

NOSITEL
VYZNAMENÁNÍ
ZA BRANNOU
VÝCHOVU
I. A II. STUPNĚ



ŘADA B PRO KONSTRUKTÉRY

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
A AMATÉRSKÉ VYSILÁNÍ
ROČNÍK XXXI/1982 ●● ČÍSLO 6

V TOMTO SEŠITĚ

Kvalita a efektivnost	201
INTEGROVANÉ OBVODY ZEMI RVHP III	
Integrované obvody pro modulátory a demodulátory	202
Čtveřice tranzistorů pro kruhový modulátor, IL1000L, ULA1000L	202
Univerzální integrované obvody	203
Dvojice rozdílových zesilovačů	
UL1101N	203
UL1102N, ULA5102N	205
Rozdílový zesilovač UL1111N, ULA6111N	205
Ridici obvod pro displeje, UL1121N	208
Přerušovače řady K101	208
Zesilovače napětí řady K118, K122	208
Integrované mf zesilovače	209
Mf zesilovač UL1200N	209
Širokopásmový zesilovač UL1201N	210
Mf zesilovač UL1202L	212
Mf zesilovač AM, FM, UL1211	212
Mf zesilovač AM, FM, UL1212N, UL1213N	214
Mf zesilovač obrazového signálu, UL1221N, UL1231N	214
Mf zesilovač, nf předzesilovač UL1241N	218
Mf zesilovač FM, UL1242N	219
Mf zesilovač FM, UL1244N	221
Rízený generátor pro řádkový rozklad, UL1261N, UL1262N, TBA940, TBA950	223
IO pro snímkové vychylování, UL1265N	225
Mf zesilovač FM, TBA120S, TBA120AS	227
Nf zesilovače	228

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 133 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. Jan Klábal, redaktor Luboš Kajoušek, OK1FAC. Redakční rada: K. Bartoš, RNDr. V. Brunnhofer, V. Brzák, K. Donát, V. Gazda, A. Glanc, I. Harminc, M. Háša, Z. Hradský, P. Horák, J. Hudec, ing. J. T. Hyan, ing. J. Jaroš, doc. ing. dr. M. Joachim, ing. F. Králík, RNDr. L. Kryška, J. Kroupa, ing. E. Mócik, V. Němeček, K. Novák, RNDr. L. Ondříš, CSc., ing. F. Smolík, ing. E. Smutný, ing. V. Teska, doc. ing. J. Vackář, laureát st. ceny KG, J. Vorlíček, ing. J. Zima.

Redakce Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, šéfredaktor linka 354, redaktor linka 353, sekretářka linka 355. Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, pololetní předplatné 15 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Objednávky do zahraničí vyzývá PNS, ústřední expedice a dovoz tisku, závod 01, Kaňkova 9, 160 00 Praha 6. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6 Vlastina 710.

Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor. Návrhy v redakci a telefonické dotazy pouze po 14. hodině. Číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít podle plánu 24. 11. 1982.
© Vydavatelství NAŠE VOJSKO

Kvalita a efektivnost

Potřeba ekonomické propagandy a agitace, jako součásti ideologické práce strany, v současné době stále více vystupuje do popředí. Je to logický důsledek složitých a náročných vnitřních a vnějších vztahů našeho národního hospodářství.

Hlavním úkolem ekonomické propagandy a agitace je nepřetržitě úsilí o zvýšení efektivnosti a kvality veškeré práce o neustálé zlepšování technickoekonomických parametrů výrobků, o dodržování přísného režimu hospodárnosti, respektování ekonomických požadavků výroby.

Jedním z významných předpokladů uplatnění výrobků na trhu je jejich kvalita. Je třeba ji chápat jako souhrn řady činitelů – kvality materiálu, práce vložené do výrobku, délky doby života, spolehlivosti v používání a mnoha dalších. V nabídce na zahraničním trhu předpokládána kvalita soupeří s kvalitativní úrovní konkurenčního zboží téže cenové kategorie. Je pochopitelné, že za tutéž cenu si odběratel vybírá vždy to nejlepší. V mnoha případech ve své volbě postupuje na základě přesně zjištěných skutečností. I když kvalita v uvedeném pojetí představuje souhrn subjektivních vlastností, mnohé z nich lze ověřit zcela konkrétně známými metodami.

Je jasné, že i výrobce musí postupovat tímto způsobem, velmi přesně a podrobně si ověřovat kvalitativní znaky svého výrobku, a to ještě před tím, než jej zařadí do nabídky pro zahraniční odběratele. Nabízet neověřený výrobek je neefektivní, předem prohranou záležitostí. Pro kvalitu existují předem stanovené normy. Týkají se nejen celých výrobků či dokonce kompletů zařízení, ale též jejich jednotlivých součástí, komponentů, uzlů. Vzhledem k rychlému postupu vědeckotechnického rozvoje nemůže být normativní základna konzervativní, normotvorná činnost je proto stále živá – nebo by měla být – a zahrnuje stále nové požadavky. V mnoha druzích výrobků musí normativní základna být v souladu s mezinárodními nároky a požadavky.

Dnešní častá argumentace odvolávající se na objektivní těžkosti při řešení problémů, ať už se jedná o momentální hospodářskou situaci na závodě, nebo v celé společnosti, pramení nejednou z určitého oportunismu; z nedostatku odvahy podívat se pravdě do očí a řešit problémy dřív než se nahromadí, bez ohledu na jakékoli osobní či skupinové zájmy.

Hlavní směry státního plánu technického rozvoje ukládají koncentrovat síly a prostředky na řešení vybraných úkolů a dosáhnout zkrácení procesu řešení nové techniky a technologií až po zavádění výsledků výzkumu a vývoje do praxe. Stanoví se zvyšují kvalitu řešení a dosáhnout, aby technickoekonomické parametry výrobků a technologií postupně dosahovaly tempa světového vývoje. Za nezbytné se pokládá zvýšit rozsah realizace výsledků výzkumných a vývojových úkolů ukončených v šesté a sedmé pětiletce a tím i přínosů k řešení rozhodujících problémů ekonomického rozvoje ČSSR v letech 1981–1985.

Pro období sedmé pětiletky byly v tomto směru přijaty velmi náročné úkoly, a to zvláště v produkci určené na vývoz. Ačkoli naše podniky měly prakticky celou šestou pětiletku na zvýšení své exportní schopnosti (tj. na přípravu k úspěšnějšímu soupeření s konkurencí na světovém trhu), ne všechny zmíněný čas účelně a úspěšně využily. Některé podniky setr-

valy v optimistickém hodnocení úrovně své produkce, vycházející z méně náročných požadavků vnitřního trhu, aniž by si uvědomily, že na světovém trhu platí jiná, podstatně přísnější měřítka. Jiné podniky, které měly ve svém výrobním programu novinky, úspěšně uplatňované na zahraničním trhu, přecenily možnosti jejich odbytu. Takové podniky se nyní dostaly do problémů, které ukazují, že žádný obor, ani je-li považován za rozvojový, není z hlediska přílivu inovací na světovém trhu „pod penzí“.

Je ovšem příznačné, že se obvykle v adresných případech, kdy jsou kritická slova do značné míry opodstatněná, ozve výrobce (případně jeho vlivní ochránce), co si to kdo dovoluje kritizovat výrobek socialistického podniku. Někdy to dokonce vyznívá tak, jako by tyto pracovníci vůbec nic nevěděli o závěrech XVI. sjezdu KSČ a o Souboru opatření, jako by ani neslyšeli projevy významných stranických a vládních funkcionářů a nečetli úvodníky ústředních listů o naléhavé potřebě soustavného zvyšování kvality našich výrobků. Je třeba, aby si výrobci již konečně uvědomili to, že i když u nás není výrazný konkurenční boj, a že příslušný podnik je víceméně monopolním výrobcem daného výrobku, ještě neznámá, že může beze studu dát spotřebiteli nekvalitní výrobek. Právě zde, má-li socialistický podnik vyvážit kvalitní výrobky, musí nastoupit tvrdá a nesmlouvavá kritika. Jaký je například přístup výrobce ke spotřebiteli, když na veřejnou kritiku, že u několika přijímačů stejného typu nelze plynule ztlumit hlasitost (skoková změna regulace) prohlásí, že se autor kritické připomínky nechová vlastenecky, když veřejně kritizuje vadu na výrobku socialistického podniku. Myslím si, že je nasnadě, kdo se vlastenecky chová a kdo již méně. Je nejvyšší čas skoncovat s oním „falešným kamarádstvím“, které tak často kryje lajdáctví a nechut k vyšší aktivitě i efektivnosti.

V rubrice našeho časopisu řady A „AR seznamuje“ občas uveřejňujeme tzv. „laický“ test některých výrobků elektronického průmyslu, které se občas na našem trhu objevují. Při testování (testu se zúčastní i pracovníci Kovoslužby) se neprovádí odborné komplexní proměření přístroje, ale pouze se k funkčnímu ověření přistupuje spotřebitel, tedy jak bude přístroj plnit požadavky majitele. Z tohoto pohledu by tedy test přístroje měl vyznít pozitivně. Jak však již měl náš pravidelný čtenář možnost zjistit, není tomu tak vždy.

U některých testů (které vyzní příliš negativně) posíláme výsledek nejprve výrobci. Reakce výrobce je však obvykle taková, že test raději není nakonec zveřejněn. V odpovědích je obvykle poukazováno na řadu potíží výrobního charakteru i když mnohdy jde spíše o nedostatky konstrukčního či organizačního charakteru (např. v obvodu řízení je použitý lineární místo logaritmického potenciometru). Jde obvykle o subjektivní činitele, mezi něž patří úzký resortní přístup, pohodlnost, malá společenská odpovědnost, nechut k hledání nových cest, ono neblaze proslulé „Však ono to nějak dopadne!“

Mnozí výrobci i přes stále výzvy ústředních orgánů jak stranických, tak i vládních o nutnosti a potřebě soustavného zvyšování

vání kvality a efektivnosti výrobků i výroby skrývají i omíloujají lajdáctví či malou aktivitu pod rouškou zdůrazňování vysoké pracnosti, konstrukční či materiálové náročnosti atd., a jakoby zapomínali, že se stejnými problémy se potýkají i zahraniční výrobci a chtějí-li se udržet na mezinárodních trzích, musí je operativně řešit.

V oblasti elektroniky je kromě finálních výrobků ještě nutno klást také značný důraz na vysokou kvalitu součástkové základny a na zajišťování jejího požadovaného sortimentu. Bez moderních základních prvků nelze totiž elektronické automatizační prostředky řešit na žádoucí technické úrovni. Nositelem pokroku je bezesporu mikroelektronická součástková základna, zejména integrované obvody vysokého stupně integrace. Rozvoj mikroelektroniky rozhodující měrou ovliv-

ňuje řešení elektronických prostředků prakticky pro všechny obory aplikace.

Mikroelektronika spolu s miniaturizací přináší pronikavé snížení energetické náročnosti, zvětšení operační rychlosti systémů a umožňuje realizaci úloh dřívejšími prostředky neřešitelných. Rozvoj součástkové základny pro elektronizaci však nejde zužovat jen na problematiku integrovaných obvodů. Svě místo si stále zachovává oblast diskretních polovodičových součástek, jakými jsou tranzistory, tyristory, diody a podobně, stejně významné jsou i pasivní elektronické součástky, konstrukční součástky, čidla fyzikálních stavů a regulační prostředky pro ovládání procesů. Cílem je takový sortiment výrobků, který by řešil problematiku finální elektroniky komplexně. To nepochybně klade velké nároky na řízení rozvoje, na stanovení správných proporcí

jednotlivých sortimentních skupin a na rozdělení sil a prostředků pro jejich realizaci a zde je také třeba, aby výrobci součástek nezapomínali i na prodej v malém, tj. pro amatéry elektroniky. Obchodní síť je stále velmi chudě zásobena a amatérové – konstruktéři elektronických zařízení a přístrojů trvale chybí řada stavebních prvků nutných ke stavbě náročnějších zařízení. Zde je třeba si uvědomit, že amatéři elektroniky nejsou jen staviteli jednoduchých „radií“, ale že se snaží i o stavbu automatizovaných, řídicích i výpočetních systémů a dostatek kvalitních součástek ve značně širokém výběru je také důležitým stimulem podporujícím vzrůst chuti konstruovat a vyvíjet nová zařízení, tím si zvyšovat svoji kvalifikaci a odtud působit na zlepšování kvality a modernizaci finálních výrobků i v průmyslu.

JaK

INTEGROVANÉ OBVODY ZEMÍ RVHP III.

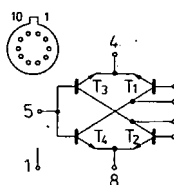
Vítězslav Stříž

Toto číslo AR řady B navazuje na čísla B6/80 a B2/81, v nichž jste se mohli seznámit s integrovanými obvody, vyráběnými v Německé demokratické republice. Toto číslo je uspořádáno zhruba stejně jako uvedená čísla, u každého typu integrovaného obvodu jsou základní technické údaje, vnitřní zapojení a doporučená zapojení, popř. další aplikační poznámky. U každého typu je též uváděn zahraniční ekvivalent.

Integrované obvody pro modulátory a demodulátory

Čtveřice tranzistorů pro kruhový modulátor UL1000L, ULA1000L

Integrované obvody UL1000L, ULA1000L jsou monolitické čtveřice tranzistorů n-p-n zapojených tak, aby bylo možno obvod používat v modulačních a demodulačních obvodech ve vícenásobné nosné telefonii, příp. v přístrojích pro všeobecné použití. Použité tranzistory se vyznačují nepatrnými odchylkami elektrických parametrů v provozu. Vnitřní zapojení obvodu je na obr. 1. Použité pouzdro je kovové CE52 (TO-74) s deseti drátovými vývody ve skleněné průchodce. Obvody jsou přímými ekvivalenty součástek TAB101 výrobce Philips, SFC2001 Thomson-CSF.

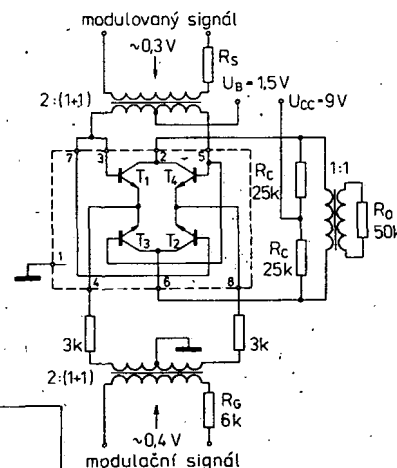


Obr. 1. Vnitřní elektrické zapojení UL1000L, ULA1000L

Integrovaný obvod ULA1000L má elektrické a mechanické vlastnosti shodné s obvodem UL1000L, je však určen pro práci v širším rozsahu provozních teplot. Proto je výhodný pro zařízení v průmyslové elektronice.

Doporučené zapojení

Příklad zapojení integrovaného obvodu UL1000L, ULA1000L v kruhovém modulátoru v telefonii nosných proudů je na obr. 2. Moderní technologie výroby monolitických integrovaných obvodů zaru-



Obr. 2. Doporučené zapojení UL1000L, ULA1000L v kruhovém modulátoru, používaném v telefonii nosných proudů

Elektrické údaje UL1000L, ULA1000L

Mezní údaje

Napětí kolektor-báze U_{CB} :	max. 10 V.
Napětí kolektor-substrát U_{CS} :	max. 12 V.
Napětí emitor-báze U_{EB} :	max. 5 V.
Proud kolektoru I_C :	max. 10 mA.
Ztrátový výkon celkový při $\theta_a = 100^\circ\text{C}$, P_{tot} :	max. 100 mW.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a	
UL1000L:	-25 až +100 °C.
ULA1000L:	-40 až +100 °C.
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-40 až +125 °C.

Charakteristické údaje

	Jmen.	Min.-max.
Průměrné napětí kolektor-báze $U_{(BR)CB0}$ ($I_E = 0, I_C = 10 \mu\text{A}$):		$\approx 10 \text{ V.}$
Průměrné napětí kolektor-báze $U_{(BR)CE0}$ ($I_B = 0, I_C = 10 \mu\text{A}$):		$\approx 9 \text{ V.}$
Průměrné napětí kolektor-substrát $U_{(BR)CS}$ ($I_B = 0, I_E = 0, -I_S = 10 \mu\text{A}$):		$\approx 12 \text{ V.}$
Průměrné napětí emitor-báze $U_{(BR)EB}$ ($I_C = 0, I_E = 200 \mu\text{A}$):		$\approx 5 \text{ V.}$
Klidový proud kolektoru I_{CB} ($I_E = 0, U_{CB} = 5 \text{ V}$):	5	$\leq 100 \text{ nA.}$
Klidový proud kolektor-substrát I_{CS} ($I_B = 0, I_E = 0, U_{CS} = 9.5 \text{ V}$):	5	$\leq 100 \text{ nA.}$
Klidový proud emitoru I_{EB0} ($I_C = 0, U_{EB} = 1 \text{ V}$):	5	$\leq 100 \text{ nA.}$
Rozdíl napětí emitor-báze tranzistorů $T_1 - T_2$ ($-I_{E1} = -I_{E2} = 150 \mu\text{A}$, $U_{CB1} = U_{CB2} = 5 \text{ V}$):	2	$\leq 5 \text{ mV.}$
$T_3 - T_4$ ($-I_{E3} = -I_{E4} = 150 \mu\text{A}$, $-U_{BE3} - U_{BE4}$):	2	$\leq 5 \text{ mV.}$
Proudový zesilovací činitel h_{21E} ($I_C = 150 \mu\text{A}, U_{CE} = 5 \text{ V}$):	75	$\geq 20.$
Rozdíl proudových zesilovacích činitelů $T_1 - T_2$ ($-I_{E1} = -I_{E2} = 150 \mu\text{A}$, $U_{CB1} = U_{CB2} = 5 \text{ V}$):		0,002 až 0,008.
$T_3 - T_4$ ($-I_{E3} = -I_{E4} = 150 \mu\text{A}$, $U_{CB3} = U_{CB4} = 5 \text{ V}$):		0,002 až 0,008.
Šumový činitel F ($U_{CB} = 5 \text{ V.}, -I_E = 150 \mu\text{A}, f = 1 \text{ kHz}, R_G = 1 \text{ k}\Omega, BW = 200 \text{ Hz}$):	6 dB.	

čuje velmi malý rozptyl parametrů součástek obvodu – tranzistorů, které mohou navíc zesilovat zpracovávány signál. Použitý IO má jako kanálový modulátor-demodulátor přenosový útlum (poměr výstupního výkonu k výkonu generátoru) 3,5 dB při modulačním kmitočtu 1 kHz, nosném kmitočtu 34 kHz a úrovni signálu –25 dBm. Zbytekový výkon nosné vlny při nosném kmitočtu 34 kHz je průměrně 3 nW.

Použité tranzistory v obvodu jsou n-p-n, mají proudový zesilovací činitel min. 20 při proudu kolektoru 150 μ A. Jejich mezní průchozí kmitočet je typicky 100 MHz, šum každého z tranzistorů je typicky 6 dB. Ve srovnání s dříve používanými kruhovými modulátory složenými ze čtyř diod, které musí být vybírány na stejné elektrické vlastnosti podle speciálních požadavků tak, aby byl obvod co nejsymetričtější, jsou modulátory s obvodem UL1000L levnější a konstrukčně výhodnější.

Univerzální integrované obvody

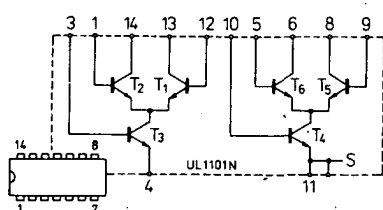
Dvojice nezávislých rozdílových zesilovačů UL1101N

Integrovaný obvod UL1101N je monolitická dvojice na sobě nezávislých rozdílových zesilovačů na společné křemíkové podložce. Každý rozdílový zesilovač je složen ze tří tranzistorů n-p-n v zapojení rozdílového zesilovače se společným proudovým zdrojem. Struktura obvodu nemá integrovány žádné odpory ani předpětové diody. Všechny tyto součástky musí být připojeny k obvodu zevně, což dovoluje velkou pružnost ve využití IO v širokém kmitočtovém rozsahu. V zesilovacích obvodech s vysokým pracovním kmitočtem lze používat rozdílové zesilovače ve dvou základních zapojeních – se společným emitorem a v kaskádním zapojení. Vzhledem ke své univerzálnosti může se obvod používat v různých zapojeních, zvláště pak tam, kde se vyžaduje tepelná kompenzace. Vnitřní elektrické zapojení celého obvodu je na obr. 3. Součástka je v plastickém pouzdře DIL CE-70 s 2 \times sedmi vývody. Integrovaný obvod UL1101N je přímým elektrickým ekvivalentem obvodu RCA CA3054, má však jiné zapojení vývodů.

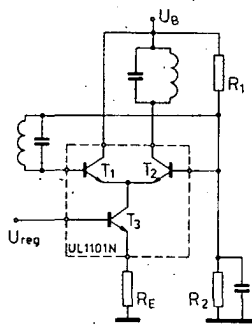
Doporučená zapojení

Integrovaný obvod UL1101N je určen pro použití v širokém rozsahu provozních kmitočtů – od nulových až do 100 MHz. Jedním ze základních je použití v selektivních, zesilovačích s řízením zesílení a v mezifrekvenčních zesilovacích malého signálu s kmitočtem 10,7 MHz, 30 MHz a 60 MHz.

Základní zapojení rozdílového, zesilovače se společnými emitory je na obr. 4.



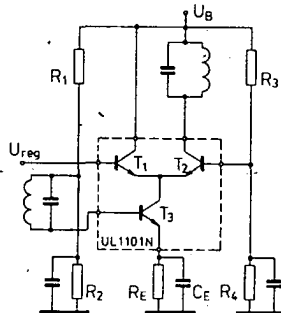
Obr. 3. Vnitřní elektrické zapojení UL1101N



Obr. 4. Zapojení rozdílového zesilovače se společnými emitory UL1101N

Tranzistory T_1 a T_2 tvoří dvojici zesilovačů se spojenými emitory, tranzistor T_3 tvoří proudový zdroj. Báze tranzistorů T_1 a T_2 musí mít stejné napětí, aby byla zajištěna činnost ve středě lineárního rozsahu charakteristik zesilovače, který není velký (asi ± 50 mV). S ohledem na symetrii dvojice tranzistorů, vyrobených na společné integrované struktuře, lze soudit, že při stejném napětí bude pracovní bod zesilovače uprostřed lineární části charakteristiky. Ke zvětšení dynamického odporu proudového zdroje je třeba vložit do obvodu emitoru tranzistoru T_3 neblokovatelný odpor R_E . Změna napětí U_{BE3} dovoluje řídit zesílení změnou parametru $|y_{21}|$. Změna je úměrná změně proudu kolektoru tranzistoru T_3 . Obvod zesilovače se společnými emitory je vhodný tam, kde se vyžaduje omezení výstupní signál.

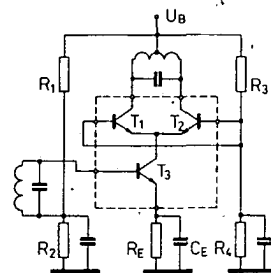
Kaskádní zesilovač, který využívá jedné ze dvou trojic tranzistorů integrovaného obvodu UL1101N, je na obr. 5. Zapojení



Obr. 5. Kaskádní zesilovač s UL1101N

využívá tranzistorů T_3 a T_2 (nebo T_1). Třetí tranzistor T_1 (nebo T_2) se nemusí zapojit, nebo se může použít k řízení zesílení. Zesílení se řídí změnou proudu emitoru druhého tranzistoru vlivem kolektorového proudu T_3 mezi tranzistory T_1 a T_2 v důsledku napětí, připojeného na bázi tranzistoru T_1 . Řízení tohoto druhu nemá vliv na proud výstupního tranzistoru T_3 , nemění jeho výstupní impedanci a neovlivňuje pracovní podmínky vstupního obvodu.

Integrovaný obvod UL1101N je v popsaných vysokofrekvenčních obvodech napěťově nestabilní. Vnitřní součinitel stability není dobrý při provozu v kaskádním zapojení. Je to způsobeno nevhodnou výstupní vodivostí y_{22} . Bez použití přídatných útlumových členů není zesilovač stabilní. Vlastnosti vnitřního zapojení lze zlepšit připojením symetrického výstupního laděného obvodu mezi kolektory tranzistorů T_1 a T_3 podle obr. 6. V tomto zesilovači se dostává zpětnovazební signál na vstup v opačné fázi, což zmenšuje zpětné působení. Přesto se však doporučuje při požadavku na velmi stabilní obvod připojit vhodné zvolené útlumové členy.



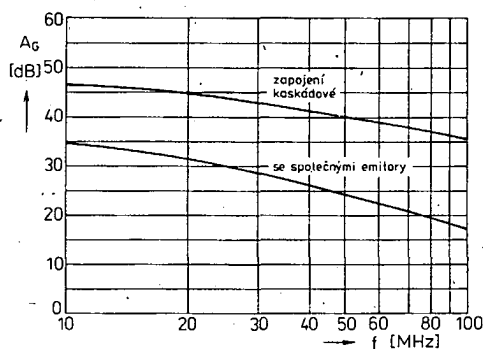
Obr. 6. Zapojení kaskádního zesilovače mf kmitočtu se symetrickým výstupem, který zmenšuje vliv zpětné vazby

Výkonové zesílení rozdílových zesilovačů v zapojení se společnými emitory a v kaskádním zapojení je závislé na provozním kmitočtu. Průběh zesílení A_G je na obr. 7. Z křivek je patrné, že výkonové zesílení kaskádního zesilovače je větší než zesilovače se společnými emitory. Je to způsobeno hlavně značně větším poměrem y_{21}/y_{12} a menšími velikostmi součinitele vnitřní stability.

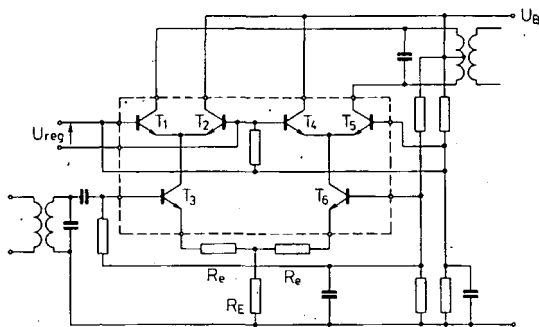
Zesílení obou typů zesilovačů lze řídit ručně nebo automaticky změnou proudu emitoru I_{E3} nebo změnou rozdělení proudu I_{E3} mezi tranzistory T_1 a T_2 pomocí změny rozdílového napětí bázi $U_{B1} - U_{B2}$. Zesílení je třeba řídit tak, aby se nerozladil vstupní a výstupní obvod. To je možno pouze tehdy, má-li řízení malý vliv na změnu vstupních parametrů a závisí-li výstupní parametry jen nepatrně na pracovním bodu. V zesilovači se společnými emitory se zesílení řídí změnou napětí báze U_{B3} , kterým se mění proud I_{E3} a další parametry tranzistoru. Protože vstupní admitance y_{11} je přímo úměrná stejnosměrné složce proudu emitoru, může se při řízení přeladovat vstupní obvod.

V kaskádním zesilovači lze zesílení řídit změnou rozdílového napětí bázi $U_{B1} - U_{B2}$. Řízení nemá vliv na proud vstupního tranzistoru T_3 a nerozladuje vstupní obvod.

Maximální rozkmit výstupního napětí v kaskádním zapojení je omezen proudem výstupního tranzistoru a dynamickým odporem obvodu nebo napájecím napětím. První způsob se v praxi nepoužívá, jsou-li přípustné proudy kolektorů I_{C1} a I_{C2} 50 mA. Mnohem spolehlivější je napěťové omezení. Maximální napětí na vývodech kolektorů tranzistorů T_1 a T_2 vzhledem k emitoru tranzistoru T_3 nesmí překročit 20 V, což je prakticky maximální napájecí napětí. Za těchto podmínek může být největší rozkmit výstupního napětí 10 V.

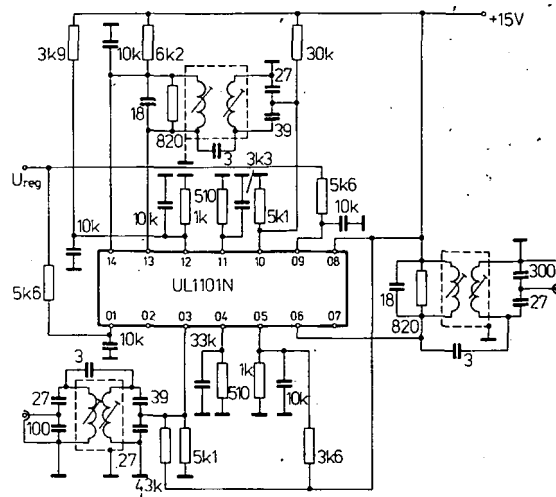


Obr. 7. Závislost výkonového zesílení A_G na kmitočtu f zesilovače mf kmitočtu s UL1101N v kaskádním zapojení a zapojení se společným emitorem



Obr. 8. Zapojení symetrického kaskádního zesilovače mf kmitočtu s rozšířeným lineárním pracovním rozsahem, který využívá všech šesti tranzistorů UL1101N

Obr. 10. Zapojení dvoustupňového mf zesilovače 60 MHz s UL1101N



V zesilovači se společnými emitory lze mimo podobný způsob omezování napájecím napětím ještě omezovat dynamiku vstupních signálů. Omezení rozkmitu vstupního napětí do asi 50 mV může se použít k omezování nežádoucí modulační rozkmitu kmitočtové modulovaného signálu.

Rozsah lineární funkce obvodu UL1101N v zapojení se společnými emitory nemůže být prakticky zvětšen. K rozšíření lineární funkce je zapotřebí použít emitorové odpory tranzistorů rozdílového obvodu. Ty však nelze připojit do integrovaného obvodu. Využije-li se obou trojic tranzistorů obvodu UL1101N v zapojení symetrické kaskády podle obr. 8, lze rozšířit lineární rozsah připojením emitorových odporů R_e .

Mezifrekvenční zesilovač s kmitočtem 10,7 MHz, jehož zapojení je na obr. 9, je osazen jedním integrovaným obvodem UL1101N. První stupeň zesilovače pracuje v kaskádním zapojení, druhý (omezovací) v zapojení se společnými emitory. Druhý stupeň je zatížen obvyklým poměrovým detektorem. Šířka přeneseného pásma zesilovače je 300 kHz. Zesilovač se napájí napětím 15 V.

Kaskádní stupeň je napájen přes omezovací odpor, který sráží napájecí napětí tak, aby na kolektorech bylo +7,5 V. Protože proud emitoru I_{E3} obou stupňů má být 2,5 mA, jsou v emitorových obvodech odpory 510 Ω . Na bázích tranzistorů T_3 a T_4 je napětí +2 V. Na bázi tranzistoru T_2 kaskády je asi +5 V, báze tranzistorů rozdílového obvodu druhého stupně mají napětí +6 V. Z těchto pracovních podmí-

nek byly určeny odpory napájecích děličů. Báze tranzistoru T_1 (vývod 1) je určena pro řízení zesílení a nemá předpětí z napájecího zdroje.

Mf filtr má dva laděné obvody se šířkovým pásmem 265 kHz. Cívky jsou navinuty z vř lanka 15 \times 0,05 mm na běžných železových jádrech. Za mf zesilovačem následuje obvyklý detektor, před nímž je použita běžná pásmová propust. Zesílení prvního stupně mf zesilovače je 374, druhého stupně 36,3. Napěťové zesílení v lineární části charakteristiky je 4200. Výstupní signál lze omezit v mezích 1,5 mV až 2 V. Při vstupním signálu 0,5 mV kmitočtové modulovaném ± 75 kHz lze získat skutečné nf napětí 150 mV (na kmitočtu 1 kHz).

Zesílení zesilovače změnou proudu prvním stupněm lze měnit v rozmezí 0 až -50 dB při změně napětí 4,8 až 5,25 V, přiváděného na vývod 1 přes odpor 5,6 k Ω bez jakékoli změny charakteristiky.

Na obr. 10 je zapojení mezifrekvenčního zesilovače s kmitočtem 60 MHz a šířkovým pásmem 8 MHz, který používá jako zesilovač IO UL1101N. K dosažení velké selektivity jsou použity pásmové propusti na vstupu, výstupu a mezi stupni, které pracují v kaskádním zapojení. Optimálního zapojení bylo dosaženo při stejné jakosti Q pásmových propustí. Zesilovač má vstupní a výstupní impedanci 50 Ω .

Zesilovač se napájí z jednoho zdroje 15 V. K získání malého šumového činitele je zvolen proud prvním stupněm $I_{E3} = 1,25$ mA, druhým (k zajištění požadovaného výstupního signálu) $I_{E3} = 2,5$ mA. K omezení napětí prvního stupně je použit vhodný srázeční odpor. Emitorové odpory jsou 510 Ω .

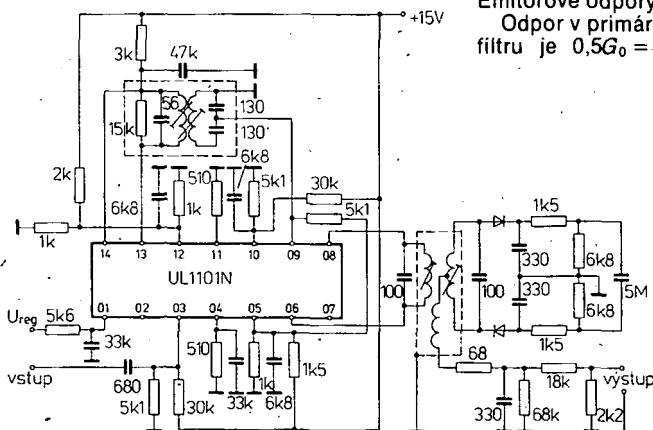
Odpor v primárním obvodu výstupního filtru je 0,5 $G_0 = 0,5$ k Ω , proto rozkmit

nezkresleného výstupního napětí nemůže překročit 1,25 V. Skutečné výstupní napětí na zatěžovacím odporu 50 Ω je 189 mV. Šum je asi 6 dB při vnitřním odporu budícího zdroje 300 Ω .

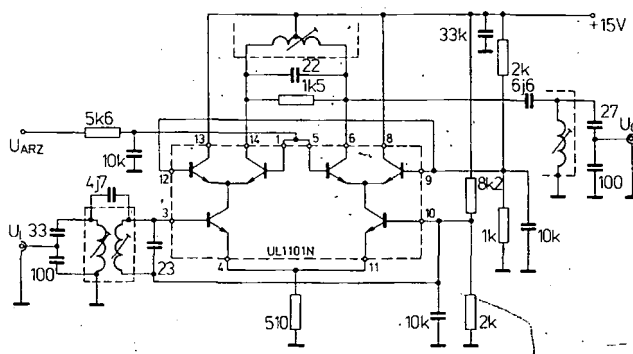
Mf zesilovač používá pásmové propusti s nastavitelnou vazbou. Cívky mají po čtyřech závitech drátu o \varnothing 0,35 mm CuL. Zesilovač je na oboustranné desce s plošnými spoji, přičemž jedna strana spoju byla použita jen jako uzemněné stínění. Zesílení se řídí v obou stupních, což rozšiřuje regulační rozsah. Při změně řídicího napětí U_{reg} z 2,83 na 3,34 V se tak získá řídicí rozsah větší o -40 dB bez změny přenosové charakteristiky (8 MHz). Pouze na vrcholu charakteristiky je malý pokles asi o 0,5 dB při změně kmitočtu z 60 MHz o ± 2 MHz. Dynamická přechodová charakteristika (závislost výstupního napětí na vstupním) zesilovače je lineární asi do výstupního napětí 150 mV. Výkonové zesílení v lineární části je 26,8 dB.

Symetrický mf zesilovač s kmitočtem 30 MHz a šířkovým pásmem 4 MHz, který využívá obou trojic tranzistorů IO UL1101N, je na obr. 11. Vstupní tranzistory obou kaskád tvoří obvod rozdílového zesilovače, výstupní obvod je připojen mezi kolektory výstupních tranzistorů kaskád. Ostatní tranzistory tvoří symetrický obvod k řízení zesílení. Obvody vyvážených kaskád jsou charakteristické větším rozsahem řízení bez vlivu na zkreslení charakteristiky. Při zkouškách byl zesilovač buzen generátorem s výstupní impedancí 50 Ω , výstupní zatěžovací odpor zesilovače byl rovněž 50 Ω .

Zesilovač se napájí napětím +15 V, proudy obou trojic tranzistorů jsou 2,5 mA. Emitory obou rozdílových zesilo-



Obr. 9. Zapojení typického dvoustupňového mf zesilovače 10,7 MHz s UL1101N



Obr. 11. Symetrický mf zesilovač 30 MHz, který využívá všech šesti tranzistorů UL1101N

Mezní údaje ($\vartheta_a = +25^\circ\text{C}$)			
Napětí kolektor-báze U_{CB} :	max. 20 V.	h_{21e} :	110,
Napětí kolektor-emitor U_{CE} :	max. 15 V.	h_{22e} :	15 μS .
Napětí kolektor-substrát U_{CS} :	max. 20 V.	Mezní kmitočet f_T	
Napětí emitor-báze U_{EB} :	max. 5 V.	($U_{CE} = 3\text{ V}$, $I_C = 3\text{ mA}$, $f = 100\text{ MHz}$):	500 MHz.
Proud kolektoru I_C :	max. 50 mA.	Šumový činitel F	
Ztrátový výkon P_{tot}		($U_{CE} = 3\text{ V}$, $I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_G = 1\text{ k}\Omega$):	4 dB.
každého tranzistoru:	max. 300 mW.	Pro každý rozdílový zesilovač:	
celého integrovaného obvodu UL1101N:	max. 750 mW.	($U_{CB} = 3\text{ V}$, $I_E T_3 = I_E T_4 = 2\text{ mA}$)	
UL1102N, ULA6102N:	max. 700 mW.	Napěťová nesymetrie vstupů U_{IO} :	0,45 $\leq 5\text{ mV}$.
Rozsah pracovních teplot okolí ϑ_a :	-25 až +70 $^\circ\text{C}$.	Proudová nesymetrie vstupů (jen U1101N)	
ULA6102N:	-40 až +85 $^\circ\text{C}$.	I_{IO} :	0,3 $\leq 2\text{ }\mu\text{A}$.
Rozsah skladovacích teplot ϑ_{sig} :	-25 až +100 $^\circ\text{C}$.	Vstupní klidový proud I_{IB} :	10 $\leq 24\text{ }\mu\text{A}$.
Charakteristické údaje		Teplotní součinitel napěťové nesymetrie vstupů (jen UL1101N) $\Delta U_{IO}/\Delta \vartheta$:	1,1 $\mu\text{A/K}$.
Pro každý tranzistor:		Dynamické údaje rozdílových zesilovačů:	
Průrazné napětí kolektor-báze $U_{(BR)CB0}$	Jmen. Min. -max.	(UCC = 12 V, UEE = -6 V, f = 1 kHz, napětí pracovního bodu -3,3 V)	
($I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_E = 0$):	60 $\leq 20\text{ V}$.	Součinitel útlumu společného signálu CMRR:	100 dB.
Průrazné napětí kolektor-emitor $U_{(BR)CE0}$	24 $\leq 15\text{ V}$.	Rozsah automatické regulace zesílení AGC	
($I_C = 1\text{ mA}$, $I_E = 0$):		jednoho rozdílového zesilovače:	75 dB.
Průrazné napětí kolektor-substrát $U_{(BR)CS0}$	60 $\leq 20\text{ V}$.	dvou rozdílových zesilovačů	
($I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_{CS} = 0$):		v kaskádním zapojení:	105 dB.
Průrazné napětí emitor-báze $U_{(BR)EB0}$	7 $\leq 5\text{ V}$.	Napěťový zisk A_{UD}	
($I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 0$):		jednoho rozdílového zesilovače:	$\leq 28\text{ dB}$.
Klidový proud kolektor-báze I_{CB0}	0,002 $\leq 100\text{ nA}$.	dvou rozdílových zesilovačů	
($U_{CB} = 10\text{ V}$, $I_E = 0$):		v kaskádním zapojení:	60 dB.
Napětí báze-emitor U_{BE}	$\leq 0,8\text{ V}$.		
($U_{CB} = 3\text{ V}$, $I_C = 1\text{ mA}$):			
Parametry h_e (při $U_{CE} = 3\text{ V}$, $I_C = 1\text{ mA}$, $f = 1\text{ kHz}$)			
h_{11e} :	3,5 k Ω .		
h_{12e} :	$2 \cdot 10^{-4}$.		

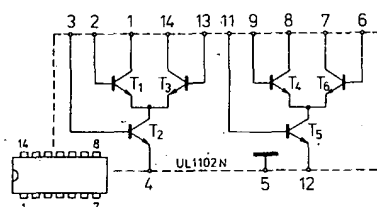
vačů jsou spojeny a připojeny k zemi přes společný odpor 510 Ω . Napětí na bázích vstupních tranzistorů musí být +3,2 V; na bázích výstupních tranzistorů obou kaskád +5 V. Použité pásmové propusti mají nastavitelnou vazbu, cívky jsou vinuty na železových jádrech drátem o \varnothing 0,35 mm CuL (počet závitů každé cívky je 8, cívka primárního vinutí výstupní propusti má vyvedenou přesně uprostřed obočku).

Změřené zesílení zesilovače je 22,5 dB, šumový činitel při šířce pásma 4 MHz je menší než 5 dB. Přenosová charakteristika zesilovače má na vrcholu 30 MHz šířku 2 MHz, vůči vrcholu je prakticky symetrická. Při řízení zesílení o -20 dB se zkreslení charakteristiky neprojevilo a křivka měla stejný průběh jako bez řízení. Při větším rozsahu řízení je zkreslení způsobeno přechodem signálu kapacitou uzavřených tranzistorů.

Popsaný symetrický nf zesilovač potvrdil možnost použít obvod UL1101N pro zesilovače s velkým rozsahem řízení. Je však třeba upozornit, že při návrhu desky s plošnými spoji musí být zabezpečeno, že nevzniknou případné nežádoucí vazby. Zesilovač s UL1101N má podstatně lepší vlastnosti než stejný zesilovač s diskretních tranzistorů. Zvláště vliv vnějších vazeb je mnohem menší. Pásmové propusti a laděné obvody musí být stíněny. Vstup i výstup musí být dobře odděleny uzemněným stínícím plechem.

Dvojice nezávislých rozdílových zesilovačů UL1102N, ULA6102N

Integrované obvody UL1102N, ULA6102N jsou monolitické dvojice na sobě nezávislých rozdílových zesilovačů na společné křemíkové podložce, které mají prakticky shodné elektrické vlastnosti s rozdílovým zesilovačem UL1101N až na proudové nesymetrie vstupů a teplotní součinitel napěťové nesymetrie vstupů, jež výrobce nezaručuje. Vnitřní elektrické zapojení obvodů UL1102N a ULA6102N je však zcela odlišné (obr. 12). Součástky jsou rovněž v plastickém pouzdru DIL typu CE-70 s 2 \times sedmi vývody. Elektrické údaje obou součástek jsou uvedeny spolu s údaji UL1101N. Rovněž praktické použití je shodné.



Obr. 12. Vnitřní elektrické zapojení UL1102N, ULA6102N

Integrovaný obvod ULA6102N má elektrické a mechanické vlastnosti shodné s obvodem UL1102N, je však určen pro práci v širším rozsahu pracovních teplot okolí. Může se proto používat v přístrojích v průmyslové elektronice.

Obdobným zahraničním ekvivalentem obvodů UL1102N a ULA6102N je výrobek RCA CA3054.

Rozdílový zesilovač a tři samostatné tranzistory UL1111N, ULA6111N

Integrované obvody UL1111N sdružují pět tranzistorů n-p-n na společném čipu. Dva z nich (T_1 a T_2) mají uvnitř spojeny emitory a tvoří rozdílový zesilovač. Obvod je určen pro všeobecné nf a vf použití v obvodech malého výkonu v přístrojích pro spotřební elektroniku. Vnitřní elektrické zapojení je na obr. 13. Pouzdro součástek je z plastické hmoty DIL CE-70 s 2 \times sedmi vývody. Integrované obvody

UL1111N, ULA6111N jsou přímými ekvivalenty obvodu RCA CA3046.

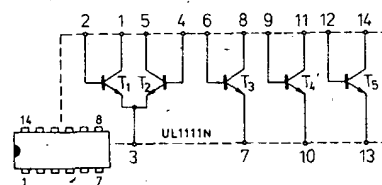
Integrovaný obvod ULA6111N má elektrické a mechanické vlastnosti stejné jako obvod UL1111N, je však určen pro práci v širším rozsahu provozních teplot okolí. Je proto vhodný pro přístroje v průmyslové elektronice.

Doporučená zapojení

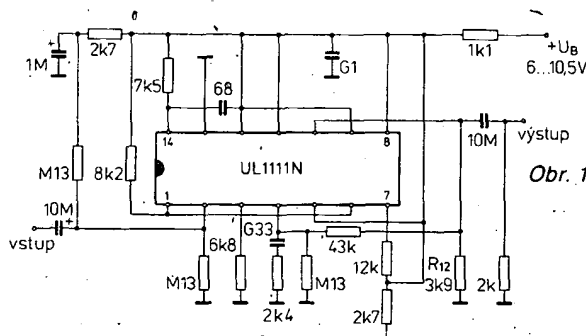
Na obr. 14 je zapojení nf napěťového předzesilovače s UL1111N. Na vstupu jsou tranzistory T_1 , T_2 v rozdílovém zapojení. Do báze tranzistoru T_1 je přiváděn vstupní signál, zatímco do báze T_2 signál zpětné vazby z výstupu obvodu. Báze následujícího stupně (emitorového sledovače s tranzistorem T_3) je připojena ke kolektoru T_1 . Tranzistor T_5 tvoří napěťový zesilovač. Na koncovém stupni pracuje tranzistor T_4 v zapojení emitorového sledovače.

Dosažené parametry předzesilovače podle obr. 14:

napájecí napětí 6 až 10,5 V, rozsah vstup-



Obr. 13. Vnitřní elektrické zapojení UL1111N

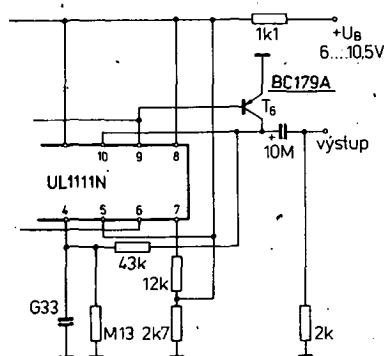


Obr. 14. Napěťový předzesilovač s UL1111N

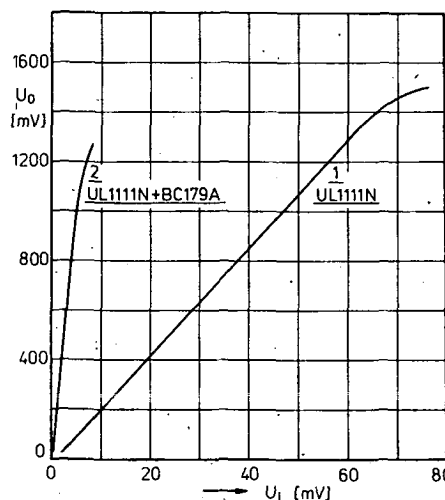
ních napětí 0 až 60 mV, napěťové zesílení 26 dB, vstupní odpor 60 k Ω , výstupní odpor 1 k Ω , rozsah přenášeného pásma 60 Hz až 100 kHz.

Popsaný zesilovač, upravený pro větší zesílení, je na obr. 15. Místo odporu R₁₂ (3,9 k Ω) je připojen tranzistor p-n-p typu BC179A (T₆). Napěťový zisk se tak zvětší na 46 dB. Dynamická charakteristika obou zesilovačů je na obr. 16. Dalšího zvětšení napěťového zisku (až do 50 dB) lze dosáhnout zablokováním odporu 12 k Ω kondenzátorem 100 μ F.

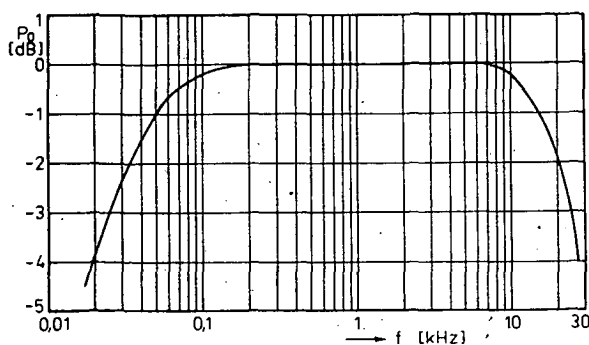
Nízkofrekvenční zesilovač středního výkonu s UL1111N, který využívá na vstupu rozdílového zesilovače T₁, T₂, tranzistoru T₃ jako zesilovače, odděleného emi-



Obr. 15. Upravený napěťový předzesilovač s větším zesílením, osazený UL1111N a tranzistorem p-n-p BC179A



Obr. 16. Dynamické charakteristiky napěťových předzesilovačů; 1 – zesilovač s UL1111N podle obr. 14, 2 – zesilovač podle obr. 15



torovým sledovačem T₃, a budicího stupně s tranzistorem T₅ je na obr. 17. Ke zvětšení výkonu je na koncovém stupni použita doplňková dvojice nf tranzistorů středního výkonu n-p-n a p-n-p (BD354)/ (BD355).

V rozdílovém zesilovači se používá zpětná vazba, zavedená z výstupu obvodu. Napěťové zesílení signálu, které závisí na činiteli zpětné vazby, je asi 30. Emitorový sledovač zlepšuje podmínky spolupráce prvního a třetího zesilovacího stupně. Řídící stupeň je kapacitně vázán se zesilovačem výkonu s komplementárním párem tranzistorů BD354/BD355. Stupeň vazby určuje obvod složený z diody BAP855, potenciometru R a odporu R₁₄. Výkonové tranzistory jsou umístěny na hliníkovém chladiči. Velmi dobrá přenosová charakteristika zesilovače je na obr. 18.

Popsaný zesilovač podle obr. 17 má tyto vlastnosti:
napájecí napětí: 16 V,
odebíraný proud v klidu (P₀ = 0): 8 mA,
odebíraný proud při plném vybití (P₀ = P_{0max}): 610 mA,
výstupní výkon (k = 1 %, f = 1 kHz): 2,8 W,

vstupní napětí: 160 mV,
zatěžovací odpor: 8 Ω ,
přenášené kmitočtové pásmo: 25 až 30 000 Hz,

činitel harmonického zkreslení (P₀ = 0,5 P_{0max}, f = 1 kHz): 1,5 %.

Velmi jednoduchý stabilizátor napětí 9 V, který je osazen UL1111N, je na obr. 19. Je to typické zapojení sériového stabilizátoru s rozdílovým zesilovačem (T₁, T₂). Tranzistor T₃ pracuje jako emitorový sle-

dovač, řídicí vnější výstupní tranzistor n-p-n BC211. Tranzistor T₄, jehož emitor je spojen s kolektorem, tvoří místní stabilizátor, který plní funkci stabilizační diody pro výrobu referenčního napětí pro rozdílový zesilovač.

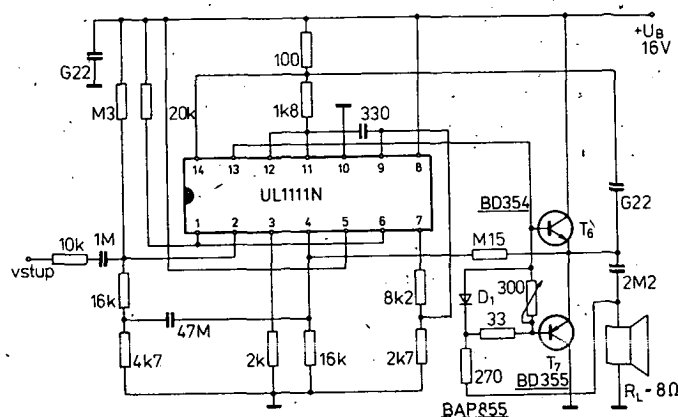
Tranzistor T₅ určuje proudové omezení, přičemž práh omezení lze řídit nastavením vhodného odporu potenciometru R₂ (100 Ω). Obvod pracuje takto: překročí-li úbytek napětí na odporu 100 Ω stanovenou mez, tranzistor T₅, který je uzavřen, začne propouštět proud, čímž se zvětšuje i proud tranzistorů T₁ a T₂, což vyvolá zmenšení výstupního napětí. Kondenzátor C₁ značně omezuje pulsující složku výstupního napětí.

Údaje stabilizátoru napětí:
rozsah vstupního napětí: 11 až 15 V,
výstupní napětí: 9 V,
součinitel stabilizovaného napětí: $\pm 0,3$ %,

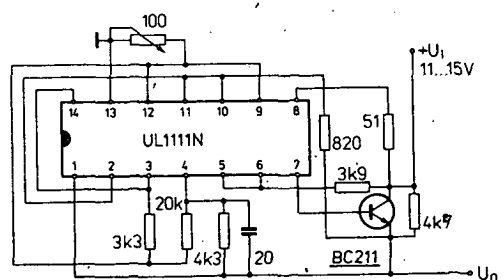
výstupní proud: 650 mA,
klidový proud: 2,3 mA,
pulsující a šumové výstupní napětí: 0,4 mV.

Sériový stabilizátor s výstupním napětím regulovatelným v rozsahu 0 až 9 V a výstupním proudem do 1,4 A, osazený IO UL1111N a tranzistory BC211, BUYP52 podle obr. 20, je jiným příkladem využití popisovaného obvodu. Tranzistory T₁, T₂ tvoří opět rozdílový zesilovač. Rozdíl napětí na bázích obou tranzistorů je zesilován tranzistorem T₃, který tvoří sériový regulátor (tranzistory T₆ a T₇).

K řízení výstupního napětí slouží potenciometry P₂ a P₃ (P₃ k jemné regulaci). Stabilizátor má ochranu před zkratem na výstupu a proti přetížení. K tomu slouží tranzistor T₃, který v případě přetížení blokuje (uzavírá) nebo uvolňuje sériové tranzistory.

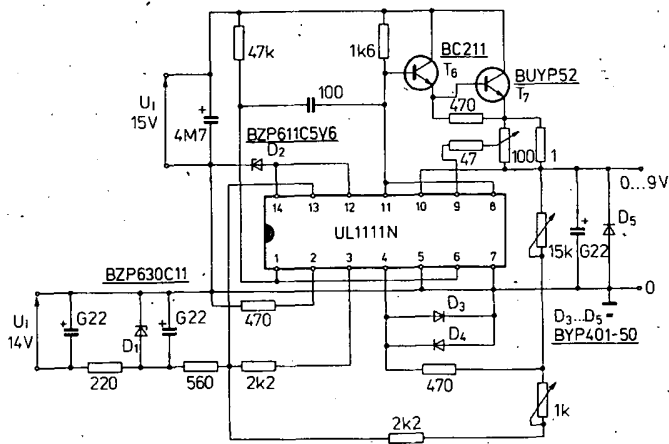


Obr. 17. Návrh zapojení nf zesilovače s výstupním výkonem 2,8 W s UL1111N a komplementární dvojicí tranzistorů BD354/BD355

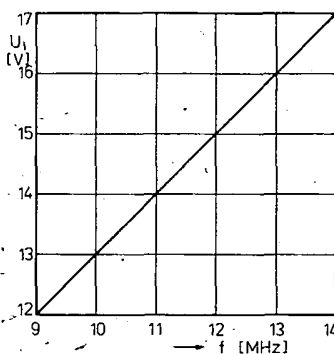


Obr. 19. Stabilizátor pevného výstupního napětí 9 V s UL1111N

Obr. 18. Výstupní charakteristika podle obr. 17 v závislosti na přenášeném kmitočtovém pásmu

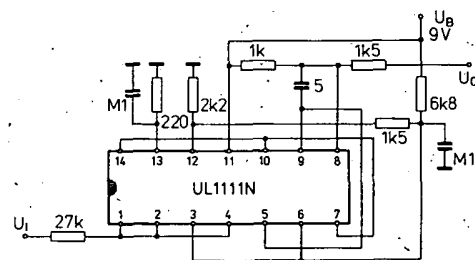


Obr. 20. Zapojení stabilizátoru napětí 0 až 9 V s UL1111N a výstupním tranzistorem BUYP52; výstupní stabilizovaný proud 1,4 A

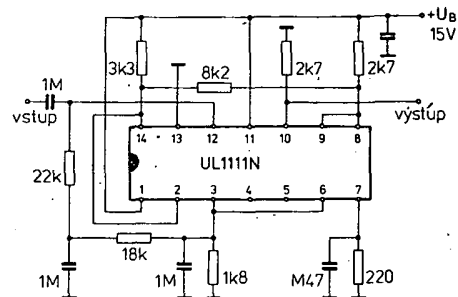


Obr. 22. Závislost kmitočtu generátoru podle obr. 21 na jeho vstupním napětí

Technické údaje stabilizátoru:
výstupní napětí: 0 až 9 V,
součinitel napěťové stabilizace: $\pm 0,55\%$,
výstupní proud: 1,4 A,
výstupní odpor: 150 m Ω ,
zbytkové nevyhlazené a šumové výstupní napětí: 1 mV.
 Regulační charakteristika zdroje je na nastaveném výstupním napětí zcela rovná



Obr. 21. Zapojení generátoru pravoúhlých impulsů, jehož kmitočet je řízen vstupním napětím



Obr. 23. Zapojení širokopásmového zesilovače 6 Hz až 6 MHz

při odběru proudu až do 1,4 A, pak prudce klesá na nulové napětí při odběru 1,55 A. Zapojení napětím řízeného generátoru pravoúhlých impulsů UL1111N je znázorněno na obr. 21. Generátor pracuje v zapojení astabilního multivibrátoru (tranzistory T_1, T_2), kompenzovaný v širokém teplotním rozsahu. Změna vstupního napětí U_1 vyvolá změnu odporu tranzistoru T_2 a tím změnu kmitočtu. Výstupní kmitočet generátoru v závislosti na vstupním napětí je na obr. 22. Hlavní předností generátoru je

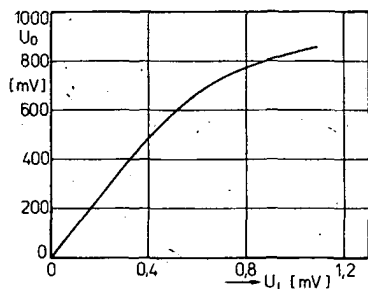
přísně lineární závislost kmitočtu generátoru na vstupním ladicím napětí v kmitočtovém rozsahu 9 až 14 MHz.
Technické údaje generátoru:
napájecí napětí: 9 V,
rozsah ladicího napětí: 12 až 17 V,
rozsah pracovního kmitočtu: 9 až 14 MHz,
výstupní napětí: 5 V.
 Integrovaný obvod UL1111N může v zapojení podle obr. 23 dobře pracovat jako širokopásmový zesilovač s širokým přenášeným pásmem od 10 Hz do 6 MHz. Tvoří jej dvě dvojice tranzistorů v kaskádním zapojení (T_5 a T_1, T_3 a T_4). K dosažení širokého zesíleného pásma slouží dva obvody záporné zpětné vazby: z emitoru T_1

Elektrické údaje UL1111N, ULA6111N

Mezní údaje ($\theta_a = +25^\circ\text{C}$)			
Napětí kolektor-báze U_{CB} UL1111N:		max. 20 V,	
ULA6111N:		max. 30 V,	
Napětí kolektor-emitor U_{CE} UL1111N:		max. 15 V,	
ULA6111N:		max. 25 V,	
Napětí kolektor-substrát U_{CS} UL1111N:		max. 20 V,	
ULA6111N:		max. 30 V,	
Napětí emitor-báze U_{EB} :		max. 5 V,	
Proud kolektoru stejnosměrný I_{C0} :		max. 50 mA,	
Ztrátový výkon celkový P_{tot} jednoho (každého) tranzistoru:		max. 300 mW,	
celého integrovaného obvodu:		max. 750 mW,	
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :		0 až $+55^\circ\text{C}$,	
ULA6111N:		-40 až $+85^\circ\text{C}$,	
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :		-25 až $+100^\circ\text{C}$.	
Charakteristické údaje ($\theta_a = +25^\circ\text{C}$)			
Každého tranzistoru:			
Průrazné napětí kolektor-báze $U_{(BR)CB0}$ ($I_C = 10 \mu\text{A}, I_E = 0$) UL1111N:	60	≈ 20 V,	
ULA6111N:	60	≈ 30 V,	
Průrazné napětí kolektor-emitor $U_{(BR)CE0}$ ($I_C = 1 \text{ mA}, I_B = 0$) UL1111N:	24	≈ 15 V,	
ULA6111N:		≈ 25 V,	
Průrazné napětí kolektor-substrát $U_{(BR)CS0}$ ($I_{CS} = 10 \mu\text{A}, I_C = 0$):	60	≈ 20 V,	
Průrazné napětí kolektor-báze $U_{(BR)EB0}$ ($I_E = 10 \mu\text{A}, I_C = 0$):	7	≈ 5 V,	
Klidový proud kolektor-báze I_{CB0} ($U_{CB} = 10 \text{ V}, I_E = 0$):	0,002	≤ 40 nA,	
Proud kolektor-emitor I_{CE0} ($U_{CE} = 10 \text{ V}, I_B = 0$):	0,005	≤ 500 nA,	
Proudový zesilovací činitel h_{21E} ($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}$):	100	≈ 40 ,	
Napětí báze U_{BE}			
($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}$):			
Tranzistorů T_1 a T_2 :		$\approx 0,8$ V,	
Vstupní napětí rozdílové ($U_{BE1} - U_{BE2}$):		≤ 5 mV,	
Vstupní proud rozdílový $I_{B1} - I_{B2}$:		$\leq 2 \mu\text{A}$,	
Tranzistorů T_3, T_4, T_5:			
Vstupní napětí rozdílové ($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}$):			
$U_{BE3} - U_{BE4}$:		≤ 5 mV,	
$U_{BE4} - U_{BE5}$:		≤ 5 mV,	
$U_{BE3} - U_{BE5}$:		≤ 5 mV,	
Tepelný součinitel vstupního rozdílového napětí $\Delta U_{10} /\Delta \theta$			
($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}$):			
1,1 $\mu\text{V/K}$.			
Dynamické údaje			
Základní parametry h_{fe}:			
($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}, f = 1 \text{ kHz}$) h_{11e} :			
3,5 k Ω ,			
h_{12e} :			
2,10 $^{-4}$,			
h_{21e} :			
110,			
h_{22e} :			
15 μS .			
Mezní kmitočet f_T			
($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 3 \text{ mA}, f = 100 \text{ MHz}$):			
≈ 300 MHz.			
Šumový činitel F			
($U_{CE} = 3 \text{ V}, I_C = 0,1 \text{ mA}, f = 1 \text{ kHz}, R_G = 1 \text{ k}\Omega$):			
4 dB.			
Kapacita kolektor-báze C_{CB0}			
($U_{CB} = 3 \text{ V}, I_C = 0, f = 5 \text{ MHz}$):			
1 pF.			
Kapacita emitor-báze C_{EB0}			
($U_{EB} = 3 \text{ V}, I_E = 0, f = 5 \text{ MHz}$):			
1 pF.			
Kapacita kolektor-substrát C_{CS}			
($U_{CS} = 3 \text{ V}, I_C = 0, f = 5 \text{ MHz}$):			
2,8 pF.			

do báze tranzistoru T_5 , který pracuje v rozsahu konstantního proudu a nízkých kmitočtů, zatímco vazba z kolektoru T_3 do kolektoru T_5 pracuje s konstantním i proměnným proudem v celém rozsahu přenášených kmitočtů. Výstupní napětí se zvětšuje lineárně do 600 mV se vstupním napětím (až do 500 mV), s napětím větším je průběh výstupního napětí mírně zakřivený.

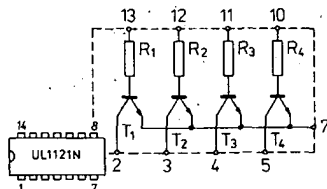
Technické údaje širokopásmového zesilovače:
 napájecí napětí: 15 V,
 zisk: 57 ± 1 dB,
 přenášené kmitočtové pásmo: 10 až 6 000 000 Hz.



Obr. 24. Závislost výstupního širokopásmového zesilovače podle obr. 23 na vstupním napětí

Řídicí obvod UL1121N pro displeje

Integrovaný obvod UL1121N je monolitická čtveřice tranzistorů n-p-n, jejichž emitory jsou na čipu propojeny a vyvedeny společně jedním vývodem z pouzdra. V obvodu báze každého tranzistoru je zařazen sériový odpor. Obvod se používá k řízení displejů. Vnitřní elektrické zapojení obvodu je na obr. 25. Pouzdro součást-



Obr. 25. Vnitřní elektrické zapojení UL1121N

ky CE-70 je z plastické hmoty s 2 × sedmi vývody. Tento integrovaný obvod nemá žádný přímý zahraniční obdoby typ.

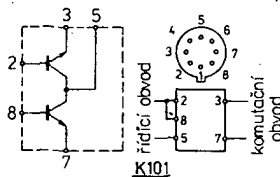
Elektrické údaje UL1121N

Charakteristické údaje	
Proudový zesilovací činitel h_{21E} ($U_{CE} = 2$ V, $I_C = 60$ mA):	Min.–max. ≥ 120 .
Saturační napětí kolektoru $U_{CE sat}$ ($I_C = 60$ mA, $I_B = 0,5$ mA):	$\leq 0,3$ V.
Napětí báze a předpětí na odporu v obvodu báze, $U_{BE} + I_B R_B$	$\leq 2,0$ V.
Závěrný proud kolektor-emitor I_{CEX} ($U_{BE} = 0,3$ V, $U_{CE} = 5$ V):	≤ 700 nA.

Přerušovače řady K101

Integrované obvody řady K101 sovětské výroby jsou určeny pro přerušovací

a střídačové obvody. Jejich systém sdružuje dva tranzistory n-p-n, zapojené v kovovém pouzdru 301.8–2 s osmi drátovými vývody ve skleněné průchodce. Vnitřní elektrické a funkční zapojení blokové je na obr. 26.



Obr. 26. Vnitřní elektrické a funkční blokové zapojení IO řady K101

Elektrické údaje – řada K101

Mezní údaje	
Proud kolektoru I_C :	max. 10 mA.
Proud emitoru I_E :	max. 10 mA.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :	-10 až $+70$ °C.
Charakteristické údaje	
Napětí mezi emitory U_{EE}	Jmen. Min.–max.
K1KTO11A, K1KTO11B:	$\leq 6,3$ V.
K1KTO11B, K1KTO11F:	$\leq 3,0$ V.
Výstupní napětí zbytkové U_{OZ}	
K1KTO11A, B:	100 μ V.
K1KTO11B, F:	300 μ V.
Výstupní proud svodový I_{OZ} :	≤ 40 nA.
Odpor mezi emitory R_{EE} :	≤ 120 Ω .

Zesilovače napětí řady K118, K122

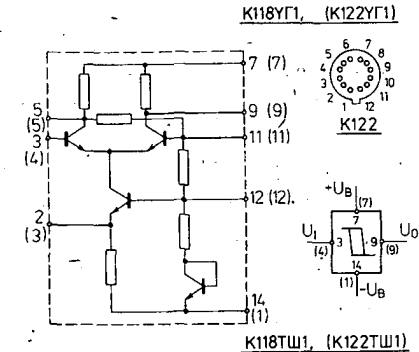
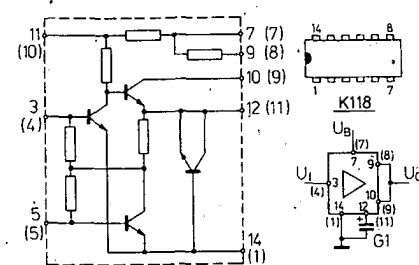
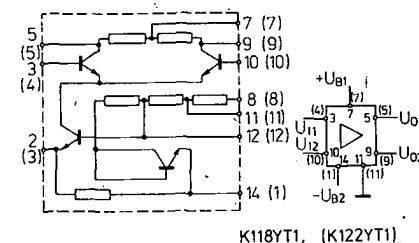
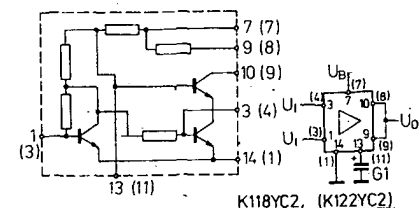
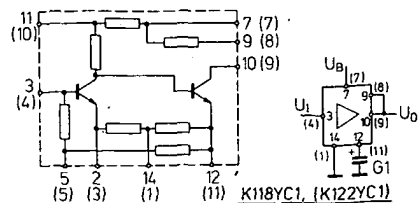
Integrované obvody řady K118 a K122 sovětské výroby jsou určeny pro univerzální zesilovače napětí, obrazové a rozdílové zesilovače apod., určené pro obvody průmyslové i spotřební elektroniky.

Řada K118 obsahuje tyto součástky:
 K118YC1A – K118YC1D (K1YC181A – K1YC181D) – dvoustupňové zesilovače,
 K118YC2A – K118YC2B (K1YC182A – K1YC182B) – kaskádní zesilovače,
 K118YT1A – K118YT1B (K1YT181A – K1YT181B) – jednostupňové rozdílové zesilovače stejnosměrného proudu,
 K118YB1A – K118YB1G (K1YB181A – K1YB181G) – obrazové zesilovače,
 K118TW1A – K118TW1D (K1TW181A – K1TW181D) – Schmittovy klopné obvody.

Všechny součástky řady K118 jsou v plastickém pouzdrě DIL typu 201.14–1 s 2 × sedmi vývody ve dvou řadách. Vnitřní elektrické a funkční blokové zapojení je na obr. 27.

Řada K122 obsahuje tyto součástky:
 K122YC1A – K122YC1D (K1YC221A – K1YC221D) – dvoustupňové zesilovače,
 K122YC2A – K122YC2B (K1YC222A – K1YC222B) – kaskádní zesilovače,
 K122YU1A – K122YT1B (K1YT221A – K1YT221B) – jednostupňové rozdílové zesilovače stejnosměrného proudu,
 K122YB1A – K122YB1G (K1YB221A – K1YB221G) – obrazové zesilovače,
 K122TW1A – K122TW1D (K1TW221A – K1TW221D) – Schmittovy klopné obvody.

Součástky řady obvodů K122 jsou vestavěny v kovovém válcovém pouzdrě 301.12–1 (průměr max. 9,5 mm, délka



Obr. 27. Vnitřní elektrické a funkční blokové zapojení IO řady K118 a K122

4,6 mm) se dvanácti drátovými vývody ve skleněné průchodce. Obvody této řady jsou určeny pro použití v širším rozsahu teplot okolí -45 až $+85$ °C. Vnitřní elektrické a funkční blokové zapojení je stejné se součástkami řady K118, číslování vývodů platí pro řadu K122 v závorkách (obr. 27).

Jednotlivé součástky obvodů označené stejným postupným číslem mají u obou řad stejné elektrické údaje (např. K118YC1A a K122YC1A), odlišují se pouze jiným použitým pouzdrům a dovoleným rozsahem pracovních teplot okolí.

Elektrické údaje řady K118, K122

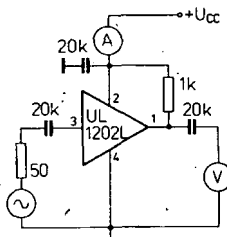
Mezní údaje	
Napájecí napětí U_B ($t \leq 5$ s)	
K...YC1A, B, K...YC2B, B	max. 7,5 V.
K...YC1B, F, D	max. 15 V.
K...YT1A	max. $\pm 4,6$ V.
K...YT1B, B	max. $\pm 7,3$ V.
K...YC2A	max. 4,8 V.

ho diskriminátoru (je použit diskriminátor z tranzistorového televizního přijímače Libra 201, který vyrábí podnik Unitra-WZT).

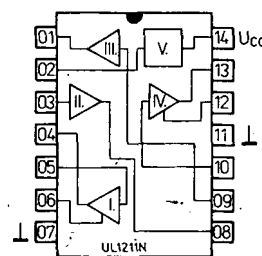
Výstupní napětí zesilovače je při vstupním napětí 40 mV asi 1,6 V, při větším napětí do 1 V se pozvolna zmenšuje na 1,5 V. Počáteční prudký nárůst a ohyb křivky výstupního napětí je v rozsahu vstupního napětí 12 až 25 mV (platí pro signál modulovaný kmitočtem 1 kHz a $\Delta f = \pm 50$ kHz). Předností popsaného mf zesilovače zvuku s UL1201N je ve srovnání s obvodem s diskretními tranzistory nižší mez omezování signálu (asi 20 mV), což zvětšuje stabilitu úrovně výstupního signálu a dovoluje lépe potlačit rušivé zbytky nosné obrazového signálu. Nevýhodou zesilovače je menší sklon demodulační kmitočtové charakteristiky (asi 17 mV/kHz).

malých úpravách zvolit i jako provozní zapojení. Závislost napětového zesílení na napájecím napětí je značná. Při vstupním napětí 8 mV, zatěžovacím odporu

funkční blokové zapojení spolu se zapojením vývodů na obr. 44. Součástka je v plastickém pouzdře CE70 s 2x sedmi vývody. Přímý zahraniční ekvivalent je japonské výroby Sanyo LA1201.



Obr. 42. Měřicí zapojení UL1202L, které po malých úpravách lze použít jako doporučené zapojení mf zesilovače 10,7 MHz



Obr. 44. Funkční blokové zapojení a zapojení vývodů UL1211N

Elektrické údaje UL1201N

Mezní údaje ($\theta_a = +25^\circ\text{C}$)	
Napájecí napětí U_{CC} :	6 až 12 V.
Ztrátový výkon P_{tot} :	max. 600 mW.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :	-25 až +70 °C.
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-40 až +125 °C.
Charakteristické údaje ($\theta_a = +25^\circ\text{C}$)	
Ztrátový výkon P_{tot}	Min. - max.
$U_{CC} = 6$ V:	30 až 108 mW.
$U_{CC} = 7,5$ V:	52 až 150 mW.
$U_{CC} = 10$ V:	90 až 240 mW.
Napětový zisk A_u	
($U_{CC} = 7,5$ V, $U_i = 178 \mu\text{V}$, $f = 10,7$ MHz):	typ. 60, ≥ 55 dB.
Výstupní napětí saturační $U_{O sat}$ f	
($U_{CC} = 7,5$ V, $U_i = 100$ mV, $f = 10,7$ MHz):	0,55 až 1,4 V.
Informační údaje	
$\theta_a = +25^\circ\text{C}$, $U_{CC} = 7,5$ V, $f = 10,7$ MHz	
Vstupní odpor R_i :	2,85 k Ω .
Vstupní kapacita C_i :	6,5 pF.
Výstupní odpor R_o :	41 k Ω .
Výstupní kapacita C_o :	3,9 pF.

Elektrické údaje UL1202L

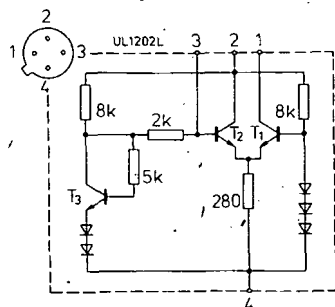
Mezní údaje ($\theta_a = +25^\circ\text{C}$)		
Napájecí napětí U_{CC} :		max. 24 V.
Vstupní napětí U_i :		max. ± 3 V.
Ztrátový výkon P_{tot} :		max. 300 mW.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :		-25 až +70 °C.
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :		-40 až +125 °C.
Charakteristické údaje (mf zesilovač FM 10,7 MHz)		
($\theta_a = +25^\circ\text{C}$, $U_{CC} = 10$ V, $R_L = 1$ k Ω , $f = 10,7$ MHz)		
Proud I_{CC} :		Jmen. Min. - max.
Výstupní klidový proud I_{O0} :	3 mA.	4 až 12 mA.
Napětový zisk A_u		
($U_i = 8$ mV):		25 až 33 dB.
Vstupní mezní napětí U_i :	50 mV.	
Výstupní napětí saturační $U_{O sat}$ při $U_i = 100$ mV:		$\geq 1,2$ V.
Vstupní kapacita C_i :	9 pF.	
Vstupní odpor R_i :	1,1 k Ω .	
Výstupní kapacita C_o :	3 pF.	
Výstupní odpor R_o :	60 k Ω .	

Mezifrekvenční mf zesilovač UL1202L

Integrovaný obvod UL1202L je bipolární analogový integrovaný obvod, určený jako zesilovač signálu FM mf kmitočtu 10,7 MHz v rozhlasových přijímačích a jiných přístrojích pro všeobecné použití. Vnitřní elektrické zapojení obvodu je na obr. 41. Součástka je v kovovém pouzdře CE25 (TO-72) se čtyřmi drátovými vývody. Integrovaný obvod UL1202L je ekvivalentem součástky LA1221 japonského výrobce Sanyo.

Vývody: 1 – výstup obvodu, 2 – přívod napájecího napětí U_{CC} , 3 – vstup obvodu, 4 – zem.

Charakteristické údaje v tabulce platí pro mf zesilovač signálu FM s kmitočtem 10,7 MHz, měřeny v zapojení podle obr. 42. Uvedený měřicí obvod lze po



Obr. 41. Vnitřní elektrické zapojení UL1202L

1 k Ω a na kmitočtu 10,7 MHz je největší zisk 20 dB při napájecím napětí 10 až 13 V. Při větším napájecím napětí se zisk zmenšuje na 28 dB při 20 V, při menším napětí (pod 10 V) se prudce zmenšuje. Nejmenší využitelné napájecí napětí je 8 V, při němž je zisk 27,5 dB.

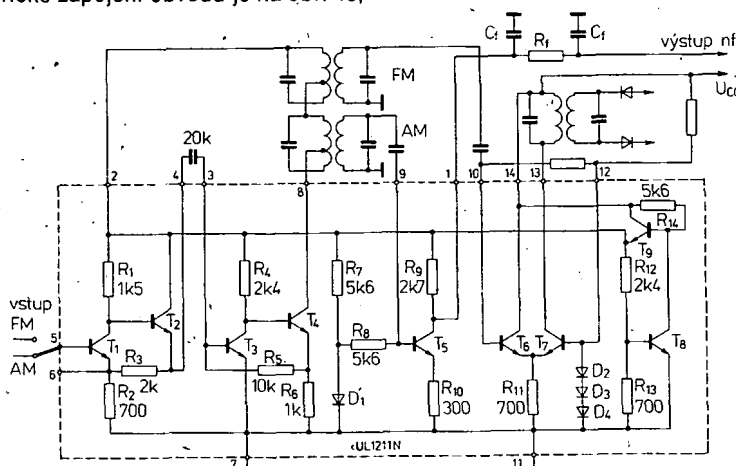
Zesilovač mf kmitočtu AM/FM UL1211N

Monolitický integrovaný obvod UL1211N je zesilovač mezifrekvenčního signálu s modulací AM/FM a s detektorem signálu AM. Vzhledem k vestavěnému obvodu stabilizátoru napětí a malé spotřebě proudu je obvod vhodný k použití v přijímačích napájených z baterií. Vnitřní elektrické zapojení obvodu je na obr. 43.

Vývody: 01 – výstup detektoru AM, 02 – výstup stabilizátoru, 03 – vstup III. zesilovacího stupně AM/FM, 04 – výstup I. zesilovacího stupně mf AM/FM, 05 – vstup I. zesilovacího stupně AM/FM, 06 – přípoj blokovacího kondenzátoru, 07 – zem, 08 – výstup II. zesilovacího stupně mf AM/FM, 09 – vstup detektoru AM, 10 – vstup IV. zesilovacího stupně mf FM, 11 – zemní bod, 12 – polarizace omezovače FM, 13 – výstup IV. zesilovacího stupně mf FM, 14 – napájecí napětí U_{CC} .

Integrovaný obvod se skládá z pěti samostatných stupňů:

I. Aperiodický zesilovač se dvěma tranzistory, pracující jako zesilovač mf signálu AM/FM, vybavený smyčkou automatického řízení zesílení AGC. Napětí pro AGC se



Obr. 43. Vnitřní elektrické zapojení UL1211N

odebírá z detektoru AM a přivádí do báze tranzistoru T₁.

II. Dvoutranzistorový zesilovač mf signálu AM/FM, vybavený proudovou zpětnou vazbou.

III. Tranzistorový detektor AM; po detekci vyfiltrované stejnosměrné napětí se používá pro AGC.

IV. Rozdílový zesilovač mf signálu AM/FM, řídicí poměrový detektor; stupeň plní rovněž funkci amplitudového omežovače.

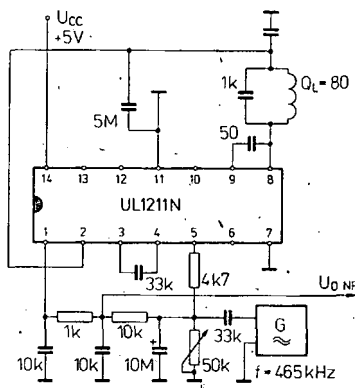
V. Dvoutranzistorový obvod pro stabilizaci napájecího napětí; zajišťuje správnou funkci celého obvodu v rozsahu napájecího napětí 4 až 9 V; stabilizované napětí se může použít k napájení kanálového voliče FM nebo směšovače AM.

Několik doporučení konstruktérům pro práci s obvodem UL1211N: Vývody 03 a 04 nebo 02 a 03 se nesmí spojit vzhledem k možnosti poškození součástky. Napětí mezi vývody 13 a 14 vzhledem k vývodu 08 nesmí být větší než 10 V.

Polarizace prvního zesilovacího stupně (viz blokové zapojení) se musí nastavit takto: Při odpojení vf signálu se stejným voltmetrem se vstupním odporem větším než 50 kΩ/V nastaví polarizační napětí 1,3 V mezi vývodem 05 a zemí. Rovněž je možno nastavit polarizaci na maximum zesílení zesilovače FM tak, aby na výstupu demodulátoru byl signál mf kmitočtu asi 10 mV.

K zabránění vzniku interferenčního zážně a možnosti rozkmitání integrovaného obvodu musí být feritová anténa co nejdále od integrovaného obvodu a musí být orientována rovnoběžně s jeho delší osou.

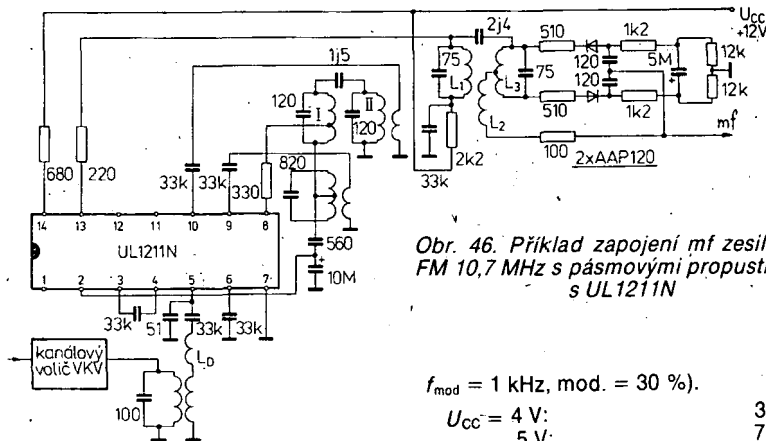
Při malém napájecím napětí (např. 3 V) je třeba propojit vývody 02 a 14, čímž se vyřadí z funkce stabilizační obvod (V.).



Obr. 45. Příklad zapojení mf zesilovače AM 465 kHz UL1211N

Elektrické údaje UL1211N

Mezní údaje ($\theta_a = +25^\circ\text{C}$)			Nelineární zkreslení k ($f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %)		
Napájecí napětí U_{CC} :	4 až 10 V.		$(U_1 = 1\text{ mV})$:	$\leq 2\%$	
Napětí vývodů 8 a 13, U_8 , U_{13} :	max. 10 V.		$(U_1 = 10\text{ mV})$:	$\leq 3\%$	
Rozsah pracovní teploty okolí θ_a :	-25 až $+70^\circ\text{C}$.		Napětí U_2 stabilizátoru ($U_{CC} = 4$ až 9 V):	3 V.	
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-25 až $+100^\circ\text{C}$.		Zesilovač mf FM, $f = 10,7\text{ MHz}$, $f_{\text{mod}} = 400\text{ Hz}$, mod. = 30 %		
Charakteristické údaje ($U_{CC} = 5\text{ V}$, $\theta_a = +25^\circ\text{C}$)			Napětí U_2 stabilizátoru ($U_{CC} = 4$ až 9 V):		
Zesilovač mf AM, $f = 465\text{ kHz}$	Jmen.	Min. – max.	Zesilovací zesílení A_u		
Napětí U_1 na výstupu detektoru AM			I. zesilovacího stupně ($R_L = 1\text{ k}\Omega$):	25	$\geq 23\text{ dB}$
$(f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %)			II. zesilovacího stupně ($R_L = 1\text{ k}\Omega$):	30	$\geq 28\text{ dB}$
I. zesilovacího stupně	30	$\geq 28\text{ dB}$	IV. zesilovacího stupně ($R_L = 1\text{ k}\Omega$):	20	$\leq 18\text{ dB}$
($R_L = 1\text{ k}\Omega$):			celého zesilovače FM ($U_1 = 316\text{ }\mu\text{V}$):	29 až 48	$\geq 10\text{ mA}$
II. zesilovacího stupně	35	$\geq 30\text{ dB}$	Proud I_{CC} :	6,8	
($R_L = 1\text{ k}\Omega$):			Proud I_{13} rozdílového zesilovače	1 mA.	
III. stupně po detekci AM	-14	$\geq -15\text{ dB}$	(vývod 13):		
($R_L = 1\text{ k}\Omega$):			Napětí U_2 stabilizátoru ($U_{CC} = 4$ až 9 V):	3 V.	
celého zesilovače AM ($U_1 = 10\text{ }\mu\text{V}$):			Údaje použitých cívek (navinutých na feritových válcových jádrech): $L_1 = 21$ závitů,		
Proud I_{CC} ($f = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %):	4,2	$\leq 6,3\text{ mA}$	$L_2 = 8$ závitů, $L_3 = 2 \times 11$ závitů, $L_D - 4$ až 5 závitů lakovaného drátu.		
Napětí U_0 na výstupu detektoru AM	115	70 až 160 mV.			
($U_1 = 1\text{ mV}$, $f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %)					



Obr. 46. Příklad zapojení mf zesilovače FM 10,7 MHz s pásmovými propustmi LC s UL1211N

$f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %.

$U_{CC} = 4\text{ V}$: 3,8 mV,
5 V: 7,5 mV,
10 V: 10,5 mV.

Doporučená zapojení

Mezifrekvenční zesilovač AM s jedním rezonančním obvodem

Elektrické zapojení mf zesilovače s mf kmitočtem 465 kHz je na obr. 45. Má-li přijímač velké zesílení ve vf části, musí se použít indukční vazba tranzistorového detektoru AM (vývod 09) (obvod LC s přidávným vinutím pásmové propusti, poměr vinutí asi 10:1).

Dosažené technické vlastnosti:

Zisk A od vstupu (vývod 05) do výstupu detektoru

$(U_{\text{out}}/U_{\text{in}} = 10\text{ }\mu\text{V}$, $f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %): $\approx 55\text{ dB}$.

Výstupní napětí nf, $U_{0\text{ nf}}$
($U_{\text{in}} = 10\text{ mV}$, $f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %): $\approx 85\text{ mV}$.

Poměr signálu k šumu U_S/U_N
($U_{\text{in}} = 1\text{ mV}$, $f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$, mod. = 30 %): $\approx 45\text{ dB}$.

Nelineární zkreslení k jako funkce vstupního mf signálu při $f_{\text{mod}} = 1\text{ kHz}$

$U_{\text{in}} = 1\text{ mV}$, mod. = 30 %: 1,4 %
 $U_{\text{in}} = 1\text{ mV}$, mod. = 80 %: 3,8 %
 $U_{\text{in}} = 10\text{ mV}$, mod. = 30 %: 1,5 %
 $U_{\text{in}} = 10\text{ mV}$, mod. = 80 %: 5,6 %

Lineární zkreslení $U_{0\text{ nf}}$ jako funkce modulačního kmitočtu

($U_{\text{in}} = 1\text{ mV}$, mod. = 30 %)

$f_{\text{mod}} =$
20 Hz: -2,5 dB
50 Hz: -0,5 dB
200 Hz: 0 dB
1 000 Hz: 0 dB
3 500 Hz: -2 dB
10 000 Hz: -10 dB

Změna výstupního nf napětí $U_{0\text{ nf}}$ jako funkce napájecího napětí ($U_{\text{in}} = 10\text{ }\mu\text{V}$,

Mezifrekvenční zesilovač FM s pásmovými propustmi LC

Zapojení mf zesilovače s pásmovými propustmi LC je na obr. 46. Zesilovač pracuje spolu s kanálovým voličem z rozhlasového přijímače Sníženík nebo Jubilant (může se použít i jiný vhodný typ), na jehož výstupu je dvouobvodová pásmová propust.

Dosažené technické vlastnosti:

Citlivost U_0
($U_S/U_N = 26\text{ dB}$, $f = 15\text{ kHz}$, $R_G = 75\text{ }\Omega$): $\leq 5\text{ }\mu\text{V}$.

Nf napětí $U_{0\text{ nf}}$ na výstupu zesilovače
($U_S/U_N = 26\text{ dB}$, $f = 15\text{ kHz}$): $\approx 15\text{ mV}$.

Nf napětí $U_{0\text{ nf}}$ na výstupu zesilovače odpovídající prahu omezení: $\approx 45\text{ mV}$.

Přenesené pásmo $2\Delta f$ měřené na vstupu omežovače amplitudy

(vývod 10): 210 kHz.

Selektivita ($\pm 300\text{ kHz}$): 28 dB.

Zesílení mf zesilovače FM $U_{0\text{ nf}}/U_0$ od vstupu kanálového voliče do vstupu omežovače amplitudy

(vývod 10): $A_u \approx 73\text{ dB}$.

Útlum a_{FM} amplitudové modulační mf zesilovače FM ($U_0 = 1\text{ mV}$): 46 dB.

Napětí U_2 na výstupu zesilovače FM (do vstupu omežovače amplitudy – vývod 10): 46 dB.

Prah omezení U_0 mf zesilovače FM bez kanálového voliče

($R_G = 75\text{ }\Omega$): 400 μV .

Údaje použitých cívek (navinutých na feritových válcových jádrech): $L_1 = 21$ závitů,

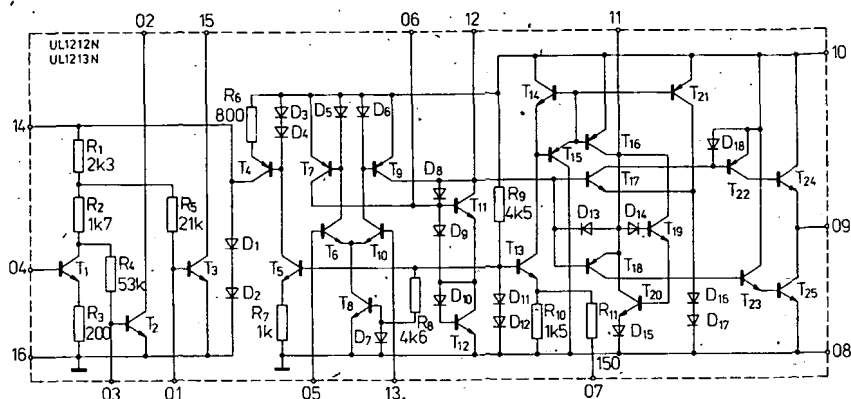
$L_2 = 8$ závitů, $L_3 = 2 \times 11$ závitů, $L_D - 4$ až 5 závitů lakovaného drátu.

Mezifrekvenční zesilovač AM/FM UL1212N, UL1213N

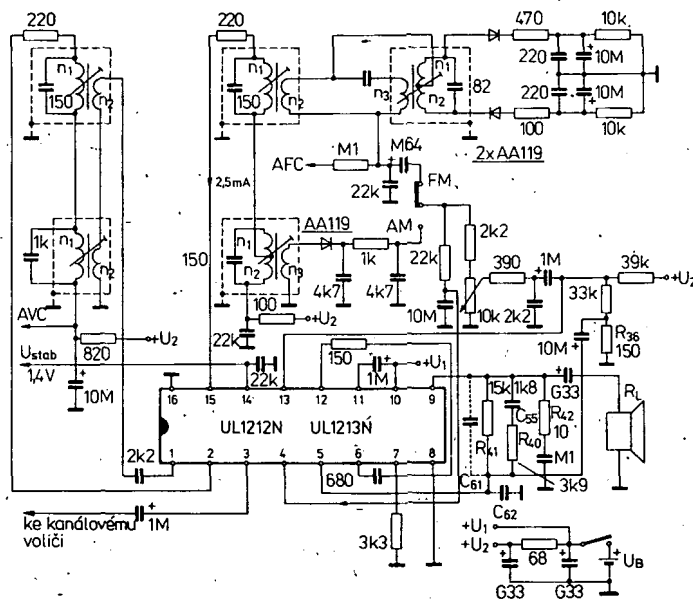
Integrované obvody UL1212N, UL1213N jsou mezifrekvenční zesilovače pro použití v přijímačích pro příjem signálů AM (včetně krátkých vln) a signálů FM. Obvody obsahují nízkofrekvenční zesilovač třídy B s výstupním výkonem 600 mW, stabilizační obvod klidového proudu, buďič, předzesilovač, dvoustupňový mf zesilovač, obvod pro AVC a stabilizované předpětí. Vnitřní stabilizace zajišťuje téměř konstantní citlivost obvodu a zamezuje většímu zkreslení v celém rozsahu napájecího napětí 2,7 až 12 V. Použitý vstupní stupeň – směšovač – oscilátor pro AM, 1. stupeň mf zesilovače pro FM – dovoluje poměrně velkou pružnost v návrhu plošných spojů. Vnitřní zapojení na obr. 47 je u obou obvodů stejné. Použité pouzdro je typu DIL CE71 z plastické hmoty a s 2× osmi vývody. Obvod UL1212N je přímým ekvivalentem obvodu Philips, Valvo, Mullard TBA690, obvod UL1213N obvodu TBA700. Obě součástky se dosud ve větší míře neujaly v sériové vyráběných přijímačích. Rozdíl obou součástek je pouze v doporučeném provozním napájecím napětí a použitím zatěžovacím odporu.

Doporučené zapojení

Návrh doporučeného zapojení v přijímači pro příjem signálů AM a FM, které využívá všech blokových funkcí obvodu, je na obr. 48. Ke konstrukci zesilovače postačí pouze připojit mf pásmové propusti, detekční hrotové germaniové diody pro demodulaci, několik pasivních součástek a reproduktor. Stabilizované napětí z vývodu 14 slouží jako předpětí k řízení oscilátoru-směšovače s vf tranzistorem (např. BF195, KF125, KF525). K vývodu 03 se připojuje přes oddělovací kondenzátor 1 μ F sekundární vinutí laděného obvodu směšovače AM a 1. stupně mf FM. Odpor 3,3 k Ω lze vynechat, pokud není na závodu větší zkreslení při zmenšení napájecího napětí k dolní povolené hranici. Čárkované vyznačené kondenzátory C_{61} a C_{62} se doporučují použít pouze tehdy, je-li feritová anténa velmi blízko nf výstupních součástek nebo blízko integrovaného obvodu. Použije-li se C_{61} s kapacitou 470 pF, C_{62} s 2,2 nF, musí se zmenšit odpor R_{32} na 2,2 Ω (z původních 10 Ω). Osadí-li se zesilovač obvodem UL1213N, platí odpor $R_{36} = 150 \Omega$ při napájecím napětí 6 V a zatěžovacím odporu 4 Ω , při napětí 9 V a zatěžovacím odporu 8 Ω se musí R_{36} zmenšit na 68 Ω .



Obr. 47. Vnitřní elektrické zapojení UL1212N, UL1213N



Obr. 48. Doporučené zapojení UL1212N, UL1213N v přijímači pro příjem signálů AM a FM

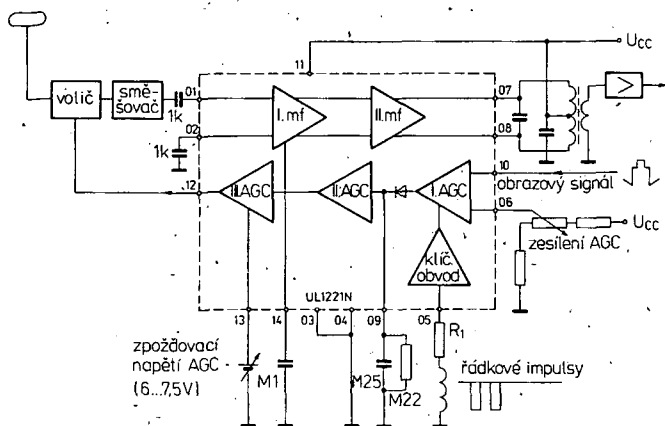
Mezifrekvenční zesilovač obrazového kmitočtu UL1221N, UL1231N

Integrované obvody UL1221N a UL1231N jsou mezifrekvenční zesilovače obrazového kmitočtu s klíčovanou automatickou regulací zesílení, určené pro obvody v černobílých a barevných televizních přijímačích a jiných přístrojích spotřební elektroniky. Vnitřní blokové zapojení spolu s příkladem použití obvodu

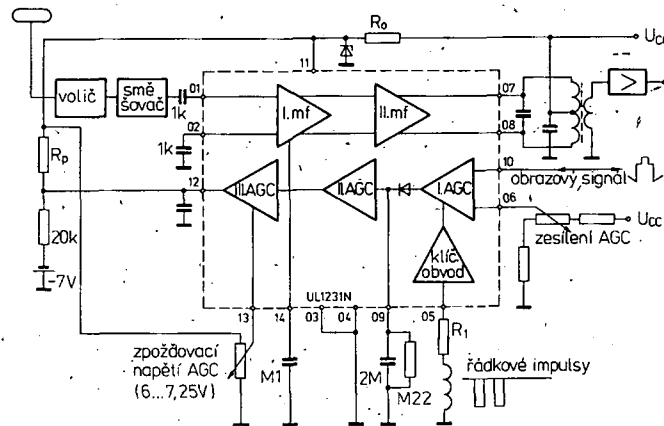
v televizním přijímači je na obr. 49 pro UL1221N, na obr. 50 pro UL1231N. Základní rozdíl mezi oběma obvody je v polaritě napětí AGC pro řízení kanálového voliče (UL1221N vyžaduje zvětšující se, UL1231N zmenšující se napětí), což je důležité vzhledem k osazení kanálového voliče tranzistory n-p-n nebo p-n-p. Je-li v přijímači použit kanálový volič s tranzistorem p-n-p, které se napájí kladným napájecím napětím, musí se použít integrovaný obvod UL1221N, pokud jsou ve voliči tranzistory p-n-p napájené záporným na-

Elektrické údaje UL1212N, UL1213N

Mezní údaje	
Napájecí napětí U_{CC} :	2,7 až 12 V.
Ztrátový výkon P_{tot} při $\theta_a = 25^\circ C$:	max. 650 mW.
$\theta_a = 45^\circ C$:	max. 520 mW.
Charakteristické údaje	
Nízkofrekvenční zesilovač	
UL1212N: $U_{CC} = 6 V$; $R_L = 4 \Omega$; $f = 1 kHz$	
UL1213N: $U_{CC} = 9 V$; $R_L = 8 \Omega$; $f = 1 kHz$	
Klidový proud I_{CCQ} UL1212N:	$\approx 30,5 mA$.
UL1213N:	$\leq 29 mA$.
Výstupní výkon P_O při zkreslení 10 %:	0,6 W.
Šířka přenášeného pásma BW:	200 až 6000 Hz.
Napěťový zisk A_v :	60 dB.
Šumový výkon P_{ON} na výstupu:	20 mW.
Mezifrekvenční zesilovač AM	
UL1212N: $U_{CC} = 6 V$; $f = 465 kHz$; $f_{mod} = 1 kHz$; mod. = 30 %; $R_L = 4 \Omega$	
UL1213N: $U_{CC} = 9 V$; $f = 465 kHz$; $f_{mod} = 1 kHz$; mod. = 30 %; $R_L = 8 \Omega$	
Vf vstupní napětí U_i při poměru signálu k šumu 26 dB:	15 μV .
Rozsah AVC (změna vf vstupního napětí pro dosažení zesílení 10 dB v nf zesilovači):	72 dB.
Výstupní napětí U_O při $U_i = 100 \mu V$:	100 mV.
Zkreslení k	$\leq 3 \%$.
Mezifrekvenční zesilovač FM	
UL1212N: $U_{CC} = 6 V$; $f = 10,7 MHz$; $f_{mod} = 1 kHz$; $f = \pm 15 kHz$; $R_L = 4 \Omega$	
UL1213N: $U_{CC} = 9 V$; $f = 10,7 MHz$; $f_{mod} = 1 kHz$; $f = \pm 15 kHz$; $R_L = 8 \Omega$	
Vstupní omezovací napětí U_{lim} :	100 μV .
Výstupní napětí saturační $U_{O sat}$:	100 mV.
Útlum amplitudové modulace AMR při ($f_{mod} = 400 Hz$; mod. = 30 %):	$\geq 40 dB$.
Zkreslení k při $f = 100 MHz$; $\Delta f = \pm 40 kHz$, $f_{mod} = 1 kHz$:	$\leq 3 \%$.



Obr. 49. Funkční blokové zapojení UL1221N



Obr. 50 Funkční blokové zapojení UL1231N

pětím, použije se obvod UL1231N. Obě součástky jsou v plastickém pouzdře DIL CE70 s 2x sedmi vývody. Přímým zahraničním ekvivalentem obvodu UL1221N je výrobek Motorola MC1352, obvodu UL1231N typ Motorola MC1353.

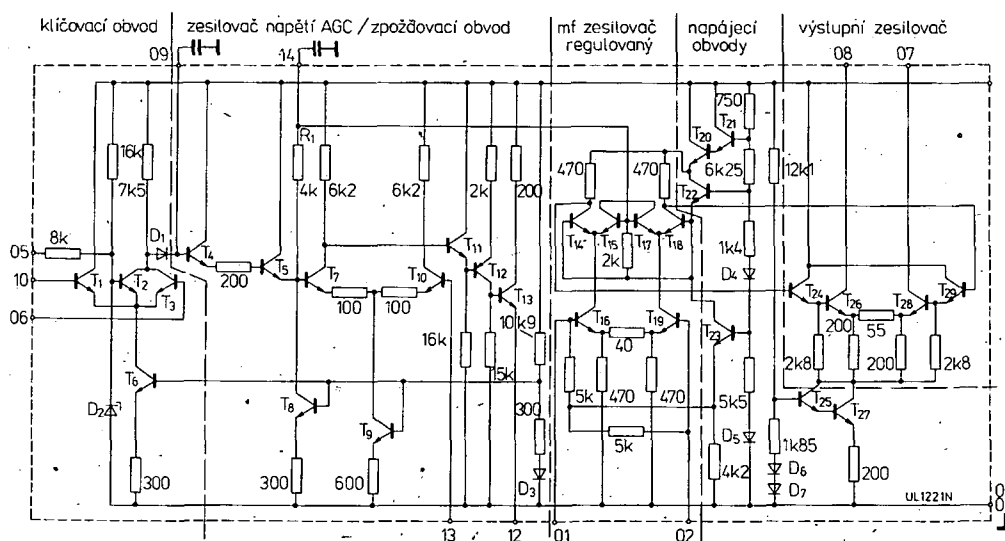
Vývody: 01, 02 – vstup mf signálu, 03, 04 – zem, 05 – vstup klíčovací impulsů (záporných), 06 – k prahové napětí AGC, 07, 08 – výstup mf signálu, 09 – filtrace střídavé složky napětí AGC, 10 – vstup obrazového signálu (s kladnou polaritou), 11 – napájecí napětí +U_{cc}, 12 – výstup AGC pro řízení kanálového voliče, 13 – výstup zpovědného napětí AGC pro kanálový volič, 14 – filtrace napětí AGC pro zesilovač mf signálu.

Základní funkce obvodu: Mezifrekvenční signál je přiváděn na symetrický vstup dvoustupňového rozdílového zesilovače. Zesílený obrazový signál se odebrá z výstupu z vývodů 07, 08. Na vývod 05 se přivádějí klíčovací impulsy (záporné impulsy zpětného běhu řádkového vychylování). Stejnomořné napětí, přiváděné na vývod 06, vytváří prahové napětí nasazení AGC. Při použití obvodu UL1221N je k vývodu 09 připojen „detekční obvod“, jehož úkolem je vyhladit napětí AGC. Je-li použit obvod UL1231N, vyhlazuje se zbytková střídavá složka napětí AGC obvodem RC, připojeným k vývodu 09. Obrazový signál se přivádí na vývod 10 (vstup prvního zesilovače AGC). Výstupní napětí

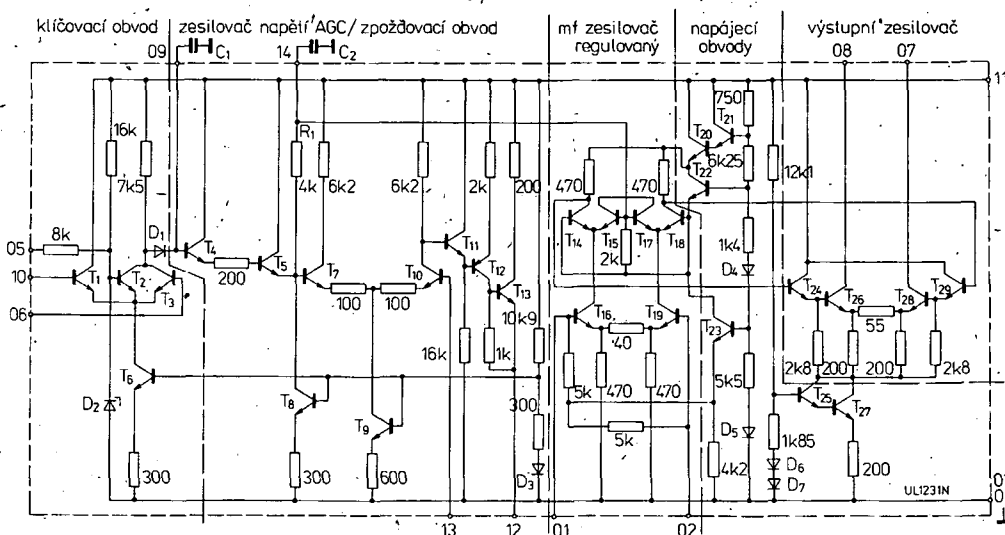
AGC pro kanálový volič se odebrá z vývodu 12, přičemž hranice zpovědní tohoto napětí je dána vnějším napětím přiváděným na vývod 13.

K objasnění funkce obou integrovaných obvodů je nutno připomenout, že normu OIRT pro televizní příjem charakterizuje negativní obrazová modulace a kladné synchronizační impulsy. Ke správné funkci zesilovače je proto třeba přivést na vývod 10 obvodu kladné synchronizační impulsy z obrazového zesilovače a na vývod 06 stejnosměrné napětí, upravující stejnosměrný pracovní bod automatické regulace zesílení.

Podrobné zapojení integrovaného obvodu UL1221N na obr. 51 a UL1231N na



Obr. 51. Vnitřní elektrické zapojení UL1221N



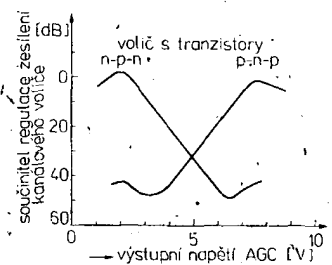
Obr. 52. Vnitřní elektrické zapojení UL1231N

obr. 52 nám poslouží k popisu bližší funkce součástek integrovaných obvodů. Na vývod 05 integrovaného obvodu se přivedou kladné klíčovací impulsy z koncového stupně nebo generátoru řádkového rozkladu. Pokud tranzistor T_2 , který je v běžném stavu vodivý, přejde do stavu uzavřeného, vznikne na jeho kolektoru a anodě diody D_1 kladný impuls. Amplituda impulsu bude určena napětím, které budou ve stejném okamžiku na vývodech 06 a 10. V okamžiku kladného impulsu na kolektoru T_2 se dioda D_1 otevře a protékající proud nabije vnější kondenzátor C_1 , připojený k vývodu 09. V následujícím okamžiku impuls z koncového stupně řádkového rozkladu zaniká, tranzistor T_2 opět vede a zmenší se napětí na jeho kolektoru. Dioda D_1 bude v tomto okamžiku záporně polarizována, kondenzátor C_1 se vybije. Napětí na kondenzátoru se zesílí tranzistory T_4 a T_5 a pak vyhlazuje vnějším kondenzátorem C_2 a odporem R_1 (je součástí čipu). Takto vyhlazené napětí se přivádí na bázi tranzistorů T_{15} a T_{17} jako regulační napětí pro řízení zesílení (tzv. U_{AGC}). Stejnousměrné napětí z kondenzátoru C_2 se dále přivádí na bázi tranzistoru T_7 rozdílového zesilovače, tvořeného tranzistory T_7 a T_{10} .

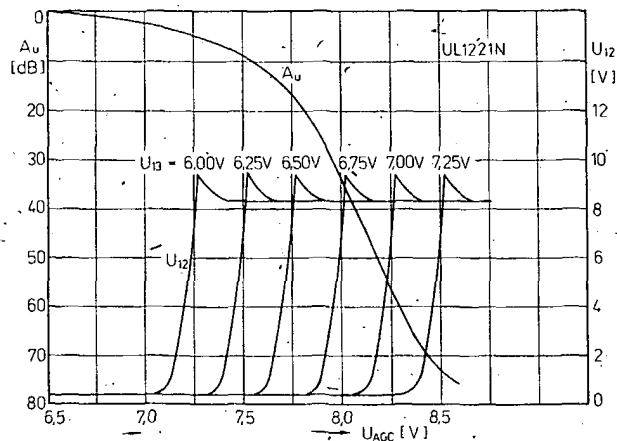
Báze tranzistoru T_7 je napájena z vývodu 13 napětím, zpožděným regulací zesílení kanálového voliče ve vztahu k regulaci mf zesilovače. Výstupní napětí z rozdílového zesilovače se odebírá z kolektoru T_7 (UL1221N) nebo z T_{10} (UL1231N).

Výsledkem popsaného pochodu je zvětšující nebo zmenšující se napětí U_{AGC} pro řízení kanálového voliče v závislosti na vstupním vf signálu. Zesílené regulační napětí (tranzistory T_{11} , T_{12} a T_{13}) je pak přiváděno na bázi zesilovacího tranzistoru kanálového voliče. Na obr. 53 jsou regulační charakteristiky kanálových voličů, osazených tranzistory n-p-n a p-n-p.

Dále si popíšeme funkci zesilovače obrazových signálů. Tranzistory T_{16} , T_{19} ,



Obr. 53. Regulační charakteristika kanálových voličů s tranzistory n-p-n a p-n-p



T_{14} a T_{18} tvoří kaskádní rozdílový zesilovač. V době, kdy tranzistory T_{15} a T_{17} nevedou, je zesílení zesilovače největší. V okamžiku připojení kladného napětí na bázi tranzistorů T_{15} a T_{17} tranzistory povedou a zmenší se současně skutečné zesílení přesto, že proudy tranzistorů T_{16} a T_{19} zůstanou stejné.

Tranzistory T_{20} , T_{21} , T_{22} , T_{25} , T_{27} a diody D_4 až D_7 tvoří napájecí obvod kaskádního zesilovače mf kmitočtu a výstupního zesilovače, který je zatížen pásmovou propustí. Výstup zesilovače (tranzistory T_{26} a T_{28}) může být symetrický nebo nesymetrický.

Vstupní signály mf kmitočtu z kanálového voliče se přivádějí přes filtrační členy na vývody 01 a 02.

Je třeba ještě dodat, že mf zesilovač obrazového signálu s obvody UL1221N nebo UL1231N musí navazovat na přídavný zesilovací stupeň a diodový detektor, příp. na další integrovaný obvod, který plní současně funkci zesilovače a detektoru synchronizačního signálu.

Výrobce doporučuje tyto pracovní podmínky obou obvodů: $U_{CC} = 12$ V, $I_{CC} = 30$ mA, $P_{tot} = 325$ mW. Mimo elektrické údaje charakterizuje vlastnosti obvodů graf závislosti zesílení mezikřesťanického zesilovače a výstupního napětí AGC jako funkce napětí AGC na obr. 54 pro UL1221N a obr. 55 pro UL1231N. Další závislost na obr. 56 udává průběh výkonového zesílení v závislosti na napájecím napětí.

Integrovaný obvod UL1231N je schopen zpracovávat velmi vysoké mf kmitočty. Jeho zesílení je však závislé na stabilitě zapojení obvodu, kterou může konstruktér zajistit. Stabilita se zmenšuje se zvyšujícím se kmitočtem, ovšem při vhodné navržené desce s plošnými spoji může zesilovač zpracovávat mf signál až do 100 MHz při šířce pásma 10 MHz.

Mezní přípustné napájecí napětí obvodu UL1221N, UL1231N je +18 V. Vnitřní stabilizační obvody zajišťují velkou stálost zesílení i při silném kolísání napájecího napětí. Pro napětí větší než +10 V je změna zesílení nepatrná. Odebíraný proud $I_{CC} = I_{11} + I_7 + I_8$ má lineární závislost na napájecím napětí. Při 12 V je 21 mA, z čehož 15 mA odebírá zesilovač, zbytek proudu odebírají zesilovače automaticky.

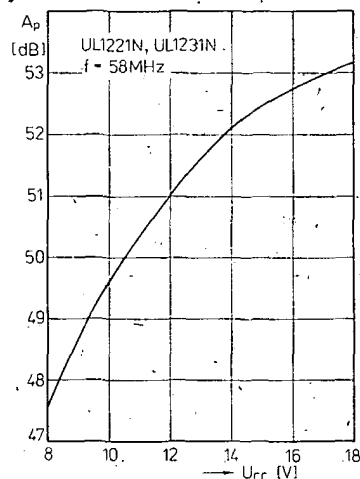
Šumy zesilovače závisí hlavně na šumu kaskádního stupně. Teoreticky vypočtené údaje se však v podstatě odlišují od prakticky naměřených, které jsou větší. Šumový činitel závisí především na výstupním odporu budícího zdroje, prou-

du prvního tranzistoru a napájecím napětím. Při napájecím napětí 12 V a optimálně nastaveném odporu budícího stupně je šumový činitel asi 4,5 dB na kmitočtu 30 MHz a 8,5 dB na 60 MHz. Se zvětšujícím se napájecím napětím se šum zvětšuje přibližně lineárně na 5,5 dB a 10,5 dB při 30 a 60 MHz. Proto se doporučuje použít před mf zesilovačem zesilovač s malým šumem se zesílením 20 až 40 dB.

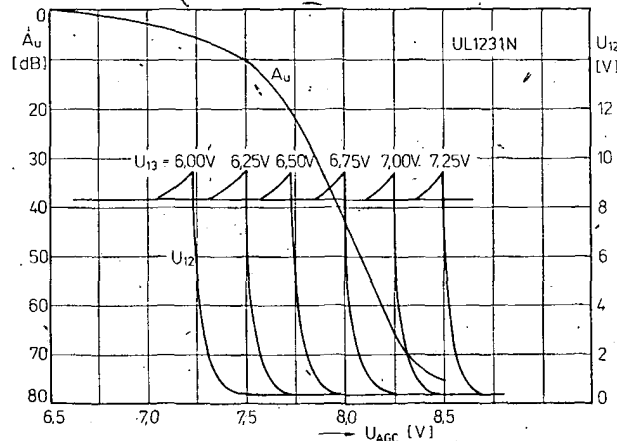
Nezkreslené výstupní napětí je ovlivněno proudem koncového stupně a dynamickým odporem výstupního obvodu. Při napájecím napětí U_7 (U_8) = 12 V je proud I_7 (I_8) 2,8 mA. Napětí emitorů výstupních stupňů T_{27} , T_{28} je 6,6 V. Jestliže předpokládáme minimální úbytek napětí U_{CE} na těchto tranzistorech asi 1 V, obdržíme maximální rozkmit výstupního napětí

$U_{O\text{ max}} = 12 - 7,6 = 4,4$ V. Většího rozkmitu výstupního napětí lze dosáhnout při větším napájecím napětí koncového stupně, než mají předcházející stupně.

Použitím automatické regulace se rozkmit výstupního napětí zmenší v důsledku zvětšení stejnosměrného napětí na emitorech koncových tranzistorů. Zmenší-li se stejnosměrný proud tranzistorů T_8 , T_9 , napětí na jejich kolektorech se zvětší, což vyvolá zvětšení napětí na bázích a odpovídající zvětšení napětí na emitorech koncového stupně. Rozkmit nezkresleného výstupního napětí zesilovače, napájeného napětím 12 V a pracující



Obr. 56. Výkonové zesílení mf zesilovače 58 MHz s UL1221N nebo UL1231N v závislosti na napájecím napětí



Obr. 55. Závislost zesílení mf zesilovače a výstupního napětí AGC na napětí AGC obvodu UL1231N

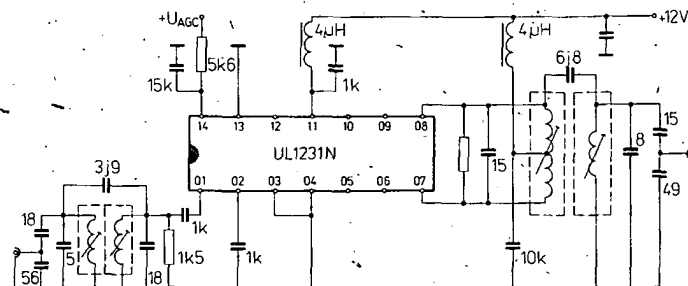
Největší vstupní napětí, které se může přivést na vstup zesilovače, je omezeno rozdílovým zesilovačem. V žádném případě nemůže překročit 170 mV.

Návrh doporučeného zapojení integrovaných obvodů UL1221N nebo UL1231N v mříž zesilovači obrazového kmitočtu, který je napájen kladným napětím, je na obr. 57. Zemnicí body zesilovače se musí zvolit velmi pečlivě, čímž se zamezí vzniku nežádoucích vazeb. Výstup zesilovače se připojuje k detektoru synchronizačních impulsů, např. k integrovaným obvodům TCA540 nebo MC1330.

Další příklad zapojení na obr. 58 uvádí jednostupňový mf zesilovač s kmitočtem 60 MHz, šířkou pásma 8 MHz a s maximálně plochou charakteristikou, který je osazen obvodem UL1231N. Šířku pásma prvního vstupního obvodu pásmové propusti určuje především výstupní odpor generátoru signálu 50 Ω . Druhý vstupní obvod filtru spolu se vstupní kapacitou integrovaného obvodu, kapacitou spojující součástek tvoří druhý laděný obvod. Primární vinutí výstupní pásmové propusti je symetrické s vyvedeným středem vinutí, což značně zmenšuje vliv zpětné vazby. Vazební kapacita mezi primárním symetrickým a sekundárním nesymetrickým obvodem závisí na činiteli vazby obou polovin cívky. Podobně jako na vstupu je zde užít kapacitní dělič. Zesílení celého zesilovače je asi 34 dB; šumové číslo nepřekročí 8,7 dB. Zavedená regulace zesílení v mezech 0 až -50 dB neovlivňuje podstatně přenosové charakteristiky zesilovače.

Podobně lze konstruovat měř. zesilovač s kmitočtem 30 MHz s automatickou regulací zesílení. Ke zvětšení výstupního napětí lze za obvodem UL1231N zařadit druhý zesilovací stupeň s tranzistorem BF215. Zesilovací činitel pak dosáhne až 60 dB na kmitočtu 30 MHz, šumový činitel 6,8 dB. Řízením napětí na vývodu 06 lze dosáhnout amplitudového omezení v poměrně užším rozsahu.

Měření vysokofrekvenčních napětí řádu milivoltů nebo set mikrovoltů u amatérských podminekách je velmi obtížné, nebo zcela nemožné. Měření je nutné při zkoušení křemenných filtrů, pásmových propustí, vř a mř zesilovacích stupňů apod. Jako jediná přístupná metoda se jeví měřit signál širokopásmovým zesilovačem, kterým se signál zesílí, pak se usměrni a posuzuje se velikost usměrně-



ného napětí. Vhodný způsob provedení jednoduchého indikátoru vf napětí je na obr. 59.

Vf signál se přivádí přes kondenzátor a diodový omezovací obvod na řídicí elektrodu polem řízeného tranzistoru T₁, který pracuje jako proudový zdroj. V obvodu emitoru tranzistoru je zapojen napěťový dělič, kterým lze zeslabit měřený signál o -20 dB a -40 dB. Tranzistor lze použít jakýkoli typ s kanálem n, avšak vhodný pro vf použití. V indikátoru bylo použito japonského tranzistoru 2SK41. Dobře poslouží i známý typ BF245.

Širokopásmový vf zesilovač je zhotoven s obvodem UL1221N s aperiodickými transformátorem Tr, navinutým na toroidním jádře o \varnothing 10 mm, 3× devíti závitů třemi dráty najednou. Začátky závitů jsou v zapojení označeny tečkami. K sekundárnímu vinutí je připojen usměrňovací můstek se čtyřmi germaniovými diodami AAP153. Následuje další stupeň, který zesiluje stejnosměrné napětí. Je použit opět obvod UL1221N tak, že do obvodů výstupních tranzistorů jsou zapojeny odpory R_4 , R_5 a regulační potenciometr P. Zesilovač má symetrický vstup i výstup.

Mezní údaje ($\theta_a = 25^\circ\text{C}$)	
Napájecí napětí $U_{CC\ 11/4}$:	5 až 18 V.
Napětí vývodu 07, $U_{7/4}$:	max. 18 V.
Napětí vývodu 08, $U_{8/4}$:	max. 18 V.
Vstupní napětí mf zesilovače, $U_{1/4}$:	max. 10 V.
Vstupní napětí mf zesilovače, $U_{2/4}$:	max. 10 V.
Vstupní napětí zesilovače AGC, $U_{6/4}$:	max. 6 V.
Vstupní napětí zesilovače AGC, $U_{10/4}$:	max. 6 V.
Napěťový rozsah kličovacích impulsů, $U_{5/4}$:	-20 až +10 V.
Ztrátový výkon P_{Tot} :	max. 500 mW.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :	-25 až +70 °C.
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-25 až +100 °C.

	Jmen.	Min.-max.
Nápaděcí proud klidový I_{CC} : ($U_7 = U_8 = U_{11} = 12$ V):		≤ 31 mA.
Nápaděcí proud provozní I_{CC} : ($U_7 = U_8 = U_{11} = 18$ V, $t_{ip} \leq 100$ ms):		≤ 50 mA.
Rozsah vstupního napětí U_i :		0,2 až 200 mV.
Výkonové zesílení A_p : ($U_i = 58$ μ V, $f = 58$ MHz):	50	42 až 55 dB.
Výstupní mf napětí U_0 ($U_i = 160$ mV, $f = 58$ MHz, útlum mf zesílení 30 dB):		≥ 200 mV.

Výstupní napětí šumové U_{ON} ($R_G = 50 \Omega$, $f = 58 \text{ MHz}$):	1 mV.
Rozsah napětí AGC pro kanálový volič, $U_{12/4}$ ($U_5 = -8 \text{ V}$, $U_6 = 1,5 \text{ V}$, $U_{13} = 2 \text{ V}$)	
UL1221N:	8 V.
UL1231N:	-6 V;
($I_5 = 0 \text{ mA}$, $U_6 = 0 \text{ V}$, $U_{13} = 4 \text{ V}$)	
UL1221N:	0,2 V.
UL1231N:	8,2 V.
Rozsah vstupního napětí AGC, ΔU_i :	$\approx 60 \text{ dB}$.
Skutečná činnost AGC pro mf zesilovač ΔU_0 ($U_i = 0,16$ až 160 mV , $f = 58 \text{ MHz}$):	0,3 dB.
Změna výkonového zesílení mf zesilovače ΔA_p (v rozsahu AGC kanálového voliče):	10 $\approx 17 \text{ dB}$.
Prahové napětí AGC kanálového voliče, $U_{13/4}$ (útlum mf zesílení 30 dB):	7 6 až 8 V.
Výstupní proud I_0 ($U_7 = U_8 = 12 \text{ V}$)	6 $\approx 7 \text{ mA}$.

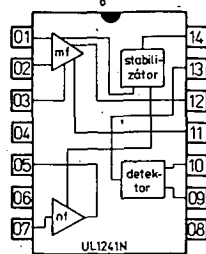
Napájí se z baterie 9 V přes tlumivku T1 s 8 závitů na feritové tyčce o $\varnothing 2 \times 10$ mm. Použije-li se měřidlo s malou třídou přesnosti (např. indikátor vybuzení z magnetofonů), nelze sice nazvat popsany přístroj milivoltmetrem, přesto i tak postačí ke zkoušení křemenných pásmových propustí SSB, pásmových propustí vysíláčů, vyvážení modulátorů apod.

Práce s indikátorem je jednoduchá. Na vstup se přivádí vf signál nejlépe krátkým kusem sousošého kabelu, zakončeným konektorem. Po připojení napájecího napětí a nastavení vhodného měřicího rozsahu (k přepínání rozsahů se hodí tlačítkový přepínač typu Isostat) lze začít s měřením. Místo galvanického spojení se zdrojem lze na vstup připojit indukční sondu s cívkou umístěnou v izolační trubici. Takto lze zkoušet funkci oscilátoru přijímače nebo zjišťovat parazitní kmitání jednotlivých stupňů vysíláče. Vysíláč, pracující s příkonem koncového stupně 100 W, který je nestíněný, způsobí na vysílaném kmitočtu ve vzdálenosti 0,5 m od vysíláče plnou výchylku měřidla s nastaveným rozsahem -40 dB.

Mezifrekvenční zesilovač signálu FM, demodulátor, nf předzesilovač UL1241N

Integrovaný obvod UL1241N je mezifrekvenční zesilovač signálů FM, který sdružuje diodový detektor signálů FM, nízkofrekvenční předzesilovač a stabilizátor napájecího napětí, vhodný pro osazení mf zesilovačích stupňů v rozhlasových přijímačích s pásmem VKV a v televizních přijímačích. Mf zesilovač může zpracovávat mf kmitočty v rozsahu 100 kHz až 20 MHz. Předností integrovaného obvodu je možnost samostatného využití kterékoli části obvodu bez ohledu na ostatní části. Vnitřní elektrické zapojení obvodu je na obr. 60, funkční blokové zapojení s vyznačeným zapojením vývodů na obr. 61. Součástí je v plastickém pouzdře DIL CE70 s 2x sedmi vývody. Přímým zahraničním ekvivalentem je obvod CA3042 výrobce RCA.

Vývody: 01 – vstup mf zesilovače, 02, 03 – vyhlazení zbytkové střídavé složky, 04 –



Obr. 61. Funkční blokové zapojení a zapojení vývodů UL1241N

zem, 05 – výstup nf předzesilovače, 06 – vývod není použit, 07 – vstup mf zesilovače, 08 – klíčované potlačení šumu, 09, 10 – vstup detektoru FM, 11, 12 – výstup mf zesilovače, 13 – výstup detektoru FM, 14 – připoj kladného napájecího napětí +U_{CC}.

Základní funkce obvodu: Na vstup integrovaného obvodu (viz obr. 60) se přivádí signál s mf kmitočtem 10,7 MHz z výstupu kanálového voliče televizního přijímače. Obvod mf signál zesílí a přivede na detekční diody. Nízkofrekvenční signál po detekci se dále zesílí v nf předzesilovačím stupni.

Mezifrekvenční zesilovač je tvořen širokopásmovým zesilovačem v podstatě ze tří rozdílových zesilovačů (tranzistory T₁ až T₃, dioda D₁ a 11 integrovaných odporů). První zesilovací stupeň tvoří tranzistory T₁, T₂, pracující se společným kolektorem a bází, jakož i tranzistor T₃ se společným kolektorem. Druhý stupeň zesilovače (T₄, T₅, T₆) je proveden identicky. Třetí stupeň je vytvořen tranzistory T₇ a T₈, přičemž výstup mf zesilovače tvoří tranzistor se společnou bází.

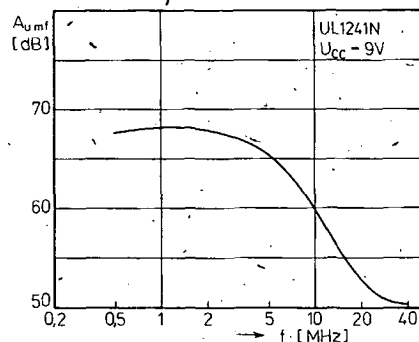
Napájecí napětí zesilovače je dostatečně stabilizované vnitřním stabilizátorem napětí 4,8 až 5 V. Mf zesilovač má napěťový zisk 60 až 66 dB na kmitočtech v rozsahu 5 až 10 MHz při zatěžovacím odporu 1 kΩ. Závislost napěťového zesílení mf

zesilovače na provozním kmitočtu je na obr. 62.

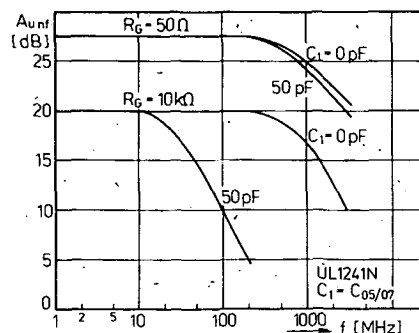
Nízkofrekvenční předzesilovač má velký vstupní odpor a malý výstupní odpor. Zesilovač tvoří tranzistory T₁₀, T₁₁ v Darlingtonově zapojení s nezablokovaným emitorovým odporem tranzistoru T₁₁. Na výstupu zesilovače je tranzistor T₁₆, pracující jako emitorový sledovač. Napěťový zisk předzesilovače závisí na vnitřním odporu budičeho zdroje – průměrně je 28 dB při odporu 50 Ω. Průběh zesílení v závislosti na kmitočtu je na obr. 63.

Samostatnou část obvodu tvoří detekční obvod signálu FM, vytvořený ze čtyř diod (D₂ až D₅) a dvou odporů (10 kΩ). Proti sobě zapojené diody detektoru tvoří zdvojnásobení napětí. Kladné půlvlny vf napětí jsou usměrňovány diodami D₂, D₄, záporné diodami D₃, D₅. Zatěžovací odpory detektoru jsou na výstupu propojeny a vyvedeny společným vývodem 13. Ke správné funkci detektoru postačí vstupní signál mf kmitočtu z fázového diskriminátoru.

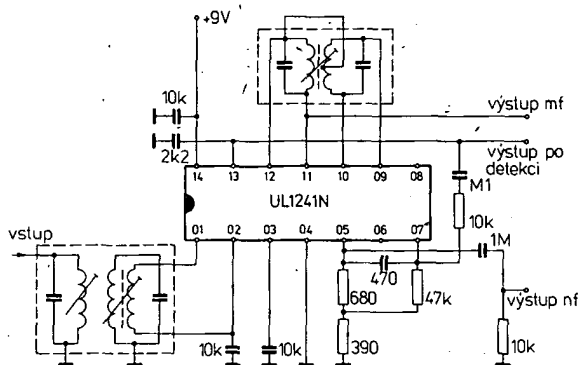
Stabilizátor napětí se skládá ze čtyř tranzistorů, tří Zenerových diod a čtyř odporů. Slouží k výrobě napájecího napětí pro širokopásmový zesilovač. Stabilizátor se napájí ze zdroje s malým výstupním odporem, jehož napětí nepřekročí 9 V nebo z proudového zdroje proudu ne většího než 50 mA. Je-li stabilizátor napájen malým napětím, Zenerovy diody ZD₂, ZD₃ jsou v „klidu“, teprve při proudovém napájení se na nich ustálí napětí 11,2 V. Je to první vstupní stabilizace pracovních podmínek. Druhá stabilizace následuje v obvodu z odporu 5 kΩ mezi bází a kolektorem tranzistoru T₁₅ a Zenerovy diody ZD₁. Stabilizované napětí této stabilizační cesty je asi 5,5 V. Je jím napájen přes emitorový sledovače T₁₄, T₁₅ širokopásmový zesilovač. Po úbytku na sledovači je napájecí napětí asi 4,8 V. Dvojice tranzistorů T₁₂, T₁₃ slouží k vytvoření stabilizovaného napětí pro napájení bází tranzistorů zesilovače.



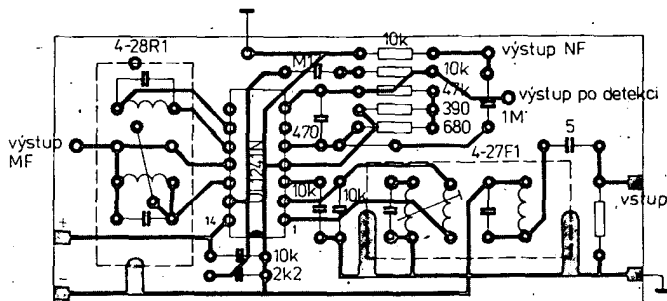
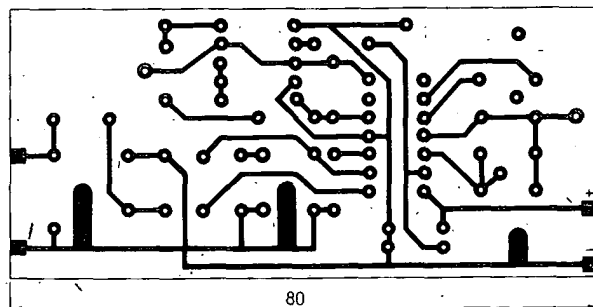
Obr. 62. Průběh napěťového zesílení mf zesilovače s UL1241N v závislosti na kmitočtu



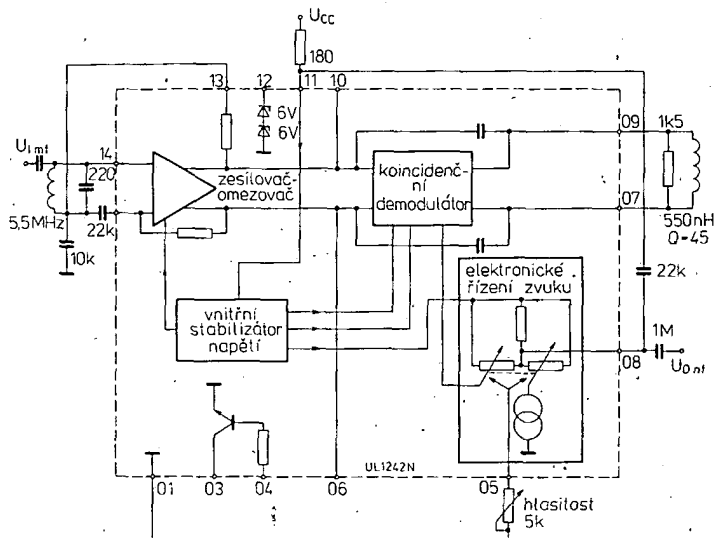
Obr. 63. Napěťový zisk nf předzesilovače s UL1241N v závislosti na kmitočtu pro různé výstupní odpory budičeho generátoru; kondenzátor C₁ je připojen mezi vývody 07 a 09



Obr. 64. a) Zapojení mf zesilovače 10,7 MHz s obvodem UL1241N; b) montážní zapojení mf zesilovače podle obr. a)



Obvod UL1241N lze rovněž používat v televizním přijímači jako zesilovač rozdílového kmitočtu zvuku. Blokové zapojení televizního přijímače s úplným elektrickým zapojením obvodu UL1241N ve funkci zvukového mf zesilovače je na obr. 65.



Obr. 65. Blokové zapojení televizního přijímače s UL1241N jako mf zvukovým zesilovačem

Doporučená zapojení

Návrh doporučeného zapojení mf zesilovače signálů FM pro použití v rozhlasovém přijímači je na obr. 64a, na obr. 64b je pak uvedeno montážní zapojení desky s plošnými spoji při pohledu ze strany součástek. V zesilovači je použito polských typizovaných pásmových propustí s regulovatelnou vazbou – na vstupu zesilovače typ 4-27F1, v obvodu detektoru typ 4-28R1.

Na vstup integrovaného obvodu (vývody 01 a 02) se přivádí přes dvouobvodový filtr mf signál 10,7-MHz. Zesílený signál se

přivádí na detektor signálů FM, který se skládá z filtru 4-28R1 a vnitřních součástek obvodu UL1241N (vstup je na vývodech 10 a 09, výstup na vývodu 13). Po detekci je nf signál z vývodu 13 zesílen předzesilovačem (vstup na vývodu 07, výstup na 05).

Údaje mf zesilovače 10,7 MHz:
Celkový ztrátový výkon P_{cc} v obvodu při $U_{cc} = 9$ V: 100 mW.
Výstupní napětí nízkofrekvenční $U_{0,nf}$: 0,42 V, 120 μ V.

Práh omezování U_i : 120 μ V.
Útlum amplitudové modulační U_i ≤ 1 mV, AMR: 48 dB.

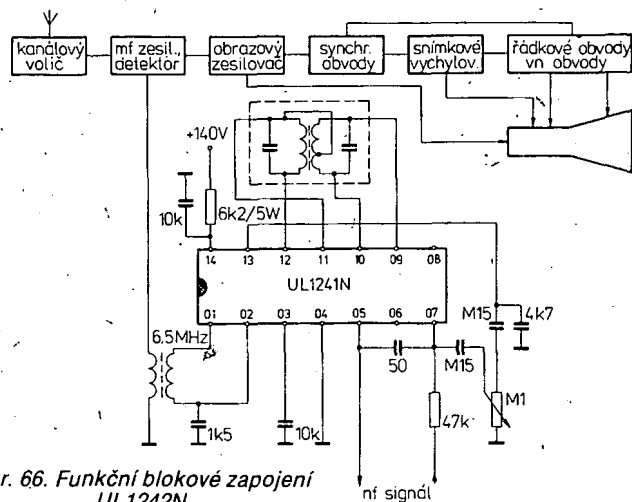
Mezifrekvenční zesilovač, signálů FM s demodulátorem, UL1242N

Integrovaný obvod UL1242N je zesilovač mf signálů FM 5,5 nebo 6,5 MHz, vybavený koincidenčním demodulátorem, zvlášť vhodný pro mf zesilovače zvuku v televizních a signálů FM v rozhlasových přijímačích. Obvod se vyznačuje velmi dobrými omezovacími vlastnostmi, velkým rozsahem napájecího napětí a malou potřebou vnějších součástek. Funkční blokové zapojení s některými vnějšími součástkami potřebnými pro funkci obvodu je na obr. 66. Součástka je v plastickém pouzdru DIL CE70 s 2 \times sedmi vývody. Přímým ekvivalentním typem obvodu je výrobek -AEG-Telefunken, Siemens TBA120S. Obvodem lze též přímo zaměnit starší výrobek TBA120.

Integrovaný obvod sdružuje mf zesilovač FM signálů a demodulátor pro mezi-

Elektrické údaje UL1241N

Mezní údaje ($\theta_a = 25^\circ\text{C}$)		
Napájecí proud I_{cc} :		max. 50 mA.
Ztrátový výkon P_{tot} :		max. 600 mW.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :		0 až $+70^\circ\text{C}$.
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :		-25 až $+100^\circ\text{C}$.
Charakteristické údaje		Jmen. Min.-max.
Napájecí napětí U_{cc} 14:		10,6 až 11,8 V.
Klidový proud I_{cc} 14 při $U_{cc} = 9$ V:		8 až 18 mA.
Vstupní napětí U_{i1} mf zesilovače ($f = 4,5$ MHz, $U_0 = 350$ mV):		≤ 300 μ V.
Vstupní odpor R_{i1} mf zesilovače ($f = 4,5$ MHz, $U_i = 20$ mV):	10 k Ω .	
Výstupní odpor $R_{011/12}$ mf zesilovače ($f = 4,5$ MHz, $U_i = 20$ mV):	100 k Ω .	
Součinitel potlačení signálu AM, AMR ($f = 4,5$ MHz, $\Delta f = \pm 25$ kHz, $f_{mod} = 1$ kHz, mod. = 30 %, $U_i = 100$ mV):		≥ 45 dB.
Napěťový zisk $A_{u,mf}$ mf zesilovače ($f = 4,5$ MHz, $R_L = 1$ k Ω , $U_i = 50$ μ V):	67 dB.	
Výstupní napětí U_{013} detektoru FM ($f = 4,5$ MHz, $\Delta f = \pm 25$ kHz, $f_{mod} = 1$ kHz, $U_i = 100$ mV):	60 mV.	
Výstupní odpor R_{013} detektoru FM ($f = 4,5$ MHz, $f = 1$ kHz, $U_i = 100$ mV):	10	k Ω .
Vstupní odpor R_{i17} nf předzesilovače ($f = 1$ kHz, $U_i = 10$ mV):	100	k Ω .
Výstupní odpor R_{05} nf předzesilovače ($f = 1$ kHz, $U_i = 10$ mV):	250	k Ω .
Napěťový zisk $A_{u,nf}$ nf předzesilovače ($f = 1$ kHz, $U_i = 10$ mV):	28 dB.	
Výstupní napětí U_{05} nf předzesilovače ($f = 4,5$ MHz, $\Delta f = \pm 25$ kHz, $f_{mod} = 1$ kHz, $U_i = 100$ mV):	0,9	$\geq 0,5$ V.
Harmónické zkreslení k ($f = 4,5$ MHz, $\Delta f = \pm 25$ kHz, $f_{mod} = 1$ kHz, $U_i = 100$ mV, $U_0 = 500$ mV):	1,5	≤ 5 %.
Vstupní kapacita mf zesilovače C_i ($f = 4,5$ MHz):	5	pF.
Výstupní kapacita C_o mf zesilovače ($f = 4,5$ MHz):	4	pF.



Obr. 66. Funkční blokové zapojení UL1242N

nosné zpracování zvukového signálu v televizních přijímačích. Za osmistupňovým symetrickým omezovacím zesilovačem následuje symetrický koincidenční demodulátor s řídícím dělicím obvodem kolektorového proudu k elektronickému řízení hlasitosti. Vazební kondenzátory obvodu fázového posuvu jsou součástí integrovaného obvodu (u staršího typu TBA120 se musely použít vnější součástky), stejně tak přídavný pomocný tranzistor a Zenerovy diody k libovolnému použití v rámci dovolených mezních údajů. Přídavný tranzistor lze používat jako nf předzesilovač (jeho kolektorový proud nesmí překročit 5 mA) nebo jako spínač. Zenerova dioda s napětím 12 V je vyvedena na samostatný vývod 12. Lze ji použít ke stabilizaci napájecího napětí integrovaného obvodu nebo jiných funkčních bloků v přístroji.

Vývody: 01 – zem, 02 – připoj kondenzátoru k vf zemnění druhého vstupu omezovacího zesilovače, 03 – kolektor přídavného tranzistoru, 04 – báze přídavného tranzistoru přes odpor (asi 1 kΩ), 05 – připoj potenciometru 5 kΩ pro řízení hlasitosti, 06 – vývod se nepoužívá, 07 – připoj obvodu LC na koincidenční detektor, 08 – výstup nf signálu, 09 – připoj článku LC na koincidenční detektor, 10 – vývod se nepoužívá, 11 – připoj napájecího napětí U_{cc} , 12 – vstup Zenerovy diody 12 V, 13 – výstup omezovacího zesilovače přes odpor, 14 – vstup omezovacího zesilovače pro připoj vstupního signálu.

Ačkoliv stejného zisku omezovacího zesilovače by bylo možné dosáhnout se třemi tranzistorovými stupni, bylo u obvodu UL1242N využito osmistupňového symetrického zesilovače, čímž se dosáhlo optimálního potlačení amplitudové modulace. Šířka pásma zesilovače může být nejvýše asi 12 MHz, čímž se potlačí parazitní kmitání v pásmu VKV při požadovaném velkém zesílení.

Protože strmost jednoho tranzistoru se s teplotou zmenšuje asi o 0,3 %/K, změní se zisk omezovacího zesilovače se změnou teploty systému integrovaného obvodu o 50 °C asi o 10 dB. Ke kompenzaci tohoto teplotního vlivu byly v jednotlivých stupních omezovače použity místo emitorových odporů proudové zdroje; jejich proudy se se zvýšením teploty zvětšují. Proudové odpory tranzistorů proudových zdrojů. Ten pak odpovídá rozdílu napětí v propustném směru referenčního

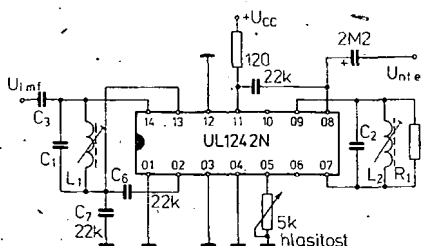
Obr. 67b. Rozmístění součástek mf zesilovače s int. obvodem UL1242N podle obr. 67 (pohled ze strany součástek)

tranzistoru a tranzistorů v proudových zdrojích. Úbytek napětí je úměrný strmosti. Tím je zesílení omezovacího zesilovače skoro nezávislé na provozní teplotě součástky.

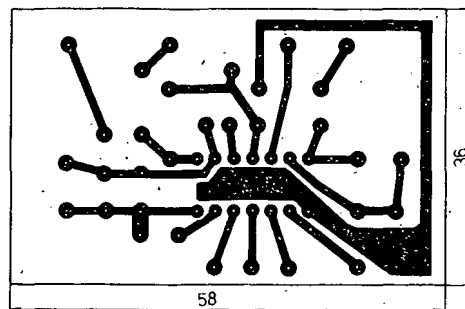
Symetrický koincidenční demodulátor signálů FM je proti dříve používaným poměrovým detektorům velmi výhodný a podstatně lepší.

Na demodulátor navazují dvě dvojice tranzistorů v zapojení rozdílových zesilovačů, které slouží k dálkovému ovládání hlasitosti zvuku. Čím je napětí jednoho tranzistoru rozdílového zesilovače menší, tím menší je nf napětí na vývodu 08. Další dvojice tranzistorů třetího rozdílového zesilovače slouží společně s tranzistorem proudového zdroje k vytvoření stabilního pracovního bodu nf výstupu (vývod 08). Hlasitost se řídí tranzistorem p-n-p, jehož odpor pro předpětí tvoří vnější potenciometr, připojený k vývodu 05. Proudové řízení hlasitosti je jednoduché a při jeho použití při dálkovém ovládání odpadá drahý stíněný kabel.

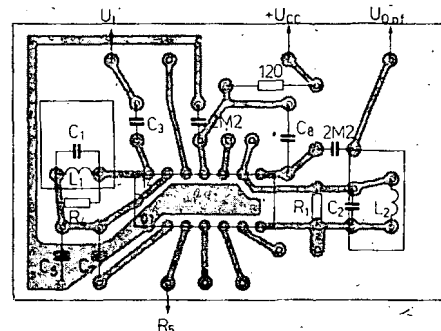
Integrovaný obvod UL1242N obsahuje celkem 47 tranzistorů, které nemají všechny jen zesilovací funkci. Protože v integrovaném obvodu jsou často tranzistory levnější než odpory, vychází se při konstrukci složitých analogových obvodů ze zcela jiných hledisek než při konstrukci mf zesilovačů z diskretních součástek. Oč složitější je systém integrovaného obvodu, o to jednodušší je jeho vnější zapojení.



Obr. 67. Zapojení mf zesilovače s kmitočtem 6,5 MHz a UL1242N



Obr. 67a. Deska s plošnými spoji pro mf zesilovač s UL1242N podle zapojení na obr. 67



Doporučená zapojení

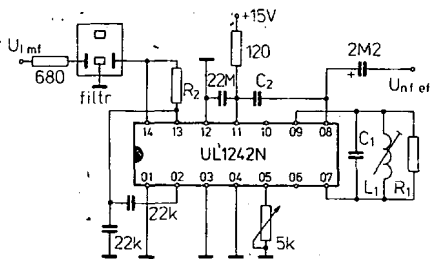
Integrovaný obvod UL1242N je vhodný především pro zvukové mf zesilovače. Proti staršímu typu TBA120 má větší citlivost, obsahuje vazební kondenzátory obvodu posuvu fáze a další již dříve popsané přídavné součástky. Elektronické řízení hlasitosti zvuku zaručuje výrobce v rozsahu větším než 70 dB. Protože se signál řídí až po omezení, nemění se vůbec omezovací vlastnosti a řízení nezpůsobuje žádné nízkofrekvenční zkreslení. Řídící charakteristika je logaritmická. Praktické zapojení mf zesilovače zvuku s kmitočtem 6,5 MHz je na obr. 67. V důsledku logaritmické charakteristiky obvodu se musí k řízení hlasitosti použít lineární potenciometr 5 kΩ. Bude-li mf zesilovač pracovat s kmitočtem 455 kHz, musí se zvětšit kapacita kondenzátorů C_6 a C_7 nejméně na 0,1 μ F. Napájecí napětí zesilovače je 12 V, proud 14,5 mA. Údaje jednotlivých součástek jsou uvedeny v tabulce.

Součástky mf zesilovače podle obr. 67

f	[MHz]	4,5	5,5	10,7	10,7
Δf	[kHz]	50	50	75	75
C_1	[pF]	330	220	150	150
C_2	[pF]	2200	1500; 1000; 680	470	330
C_3	[pF]	47	47	27	47
R_1	[kΩ]	—	2,2; 1,8	—	1
L_1	[závitů]	20	20	15	15
L_2	[závitů]	8	8; 10; 12	8	12
$U_{o\text{ nf et}}$	[mV]	1000	1000; 750; 600	1000	280
k	[%]	3,7	3,7; 2,0; 1	1,4	0,5
U_{lim}	[μV]	7	7	8	10

Odpor R_4 se použije pouze tehdy, požaduje-li se plošší charakteristika vstupního filtru.

Využije-li se keramických rezonátorů místo vstupního laděného obvodu, upraví se zesilovač podle obr. 68. Průchozí útlum keramického filtru vyžaduje větší vstupní napětí pro dobrou činnost omezovače. Doporučuje se proto připojit ke keramickému rezonátoru alespoň jeden obvod LC, čímž se zlepší i selektivita. V tabulce jsou uvedeny údaje součástek pro provoz s keramickými filtry Murata/Stettner pro mf kmitočty 455 kHz, 6,5 MHz a 10,7 MHz.



Obr. 68. Zapojení mf zesilovače 6,5 MHz nebo 10,7 MHz se vstupním keramickým filtrem a UL1242N

Údaje součástek mf zesilovače podle obr. 68

		Mf kmitočet zvuku v TVP	Mf kmitočet 10,7 MHz v přijímači mono	Mf kmitočet 10,7 MHz v přijímači stereo
C ₁	[pF]	1500	470	330
C ₂	[nF]	22	22	0,47
L ₁	[závitů]	8	8	12
R ₁	[kΩ]			1
R ₂	[Ω]	680	330	330
Filtr Erie/ Murata/Stettner		SFF6, 5MA	SFE10,7	SFE10,7

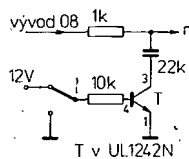
L₁ – drát o Ø 0,15 mm

K usnadnění stavby mf zesilovače je na obr. 67a výkres desky s plošnými spoji, na obr. 67b rozložení součástek. Desku se spoji lze použít i pro mf zesilovač se vstupním keramickým rezonátorem podle obr. 68.

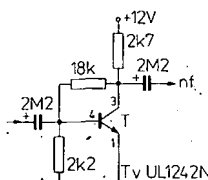
Mf zesilovač s obvodem UL1242N lze nejrychleji vyvážit rozmítaným generátorem. Obvod můžeme nastavit též „ručně“ tak, že fázový posuv nastavíme nejdříve hrubě poslechem, změříme napětí na vývodu 08 bez mf signálu a pak s přivedeným signálem nastavíme jemně posuv fáze na nejvhodnější velikost.

Stejně tak můžeme vyvážit obvod fázového posuvu na nejmenší zkreslení nebo při velmi malém mf signálu na minimální rušení amplitudovou modulací. Protože se dobře shodují minimum potlačení AM, činitel zkreslení a výstupní stejnosměrné napětí při použití signálu nebo bez něj,

jsou všechny čtyři postupy vyvažování rovnocenné. Pásmové propusti nebo laděné obvody před mf zesilovačem s UL1242N je nutno vyvážit při velmi malém mf signálu na nejmenší amplitudu nf napětí (nemáme-li k dispozici rozmítač).



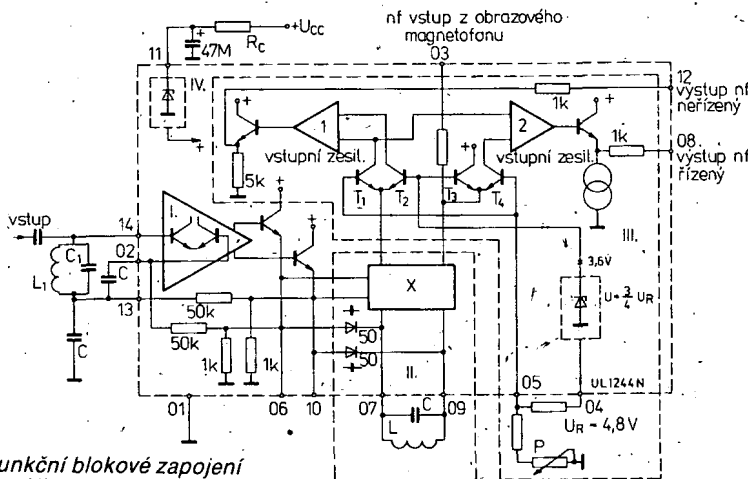
Obr. 69. Návrh zapojení zvukového spínače s přídavným tranzistorem k UL1242N



Obr. 70. Nf předzesilovač s přídavným tranzistorem k UL1242N

Mezifrekvenční zesilovač signálů FM s demodulátorem UL1244N

Integrovaný obvod UL1244N je zesilovač mf signálu 5,5 MHz, 6,5 MHz nebo 10,7 MHz FM, vybavený koincidenčním demodulátorem, určený především pro mf zesilovače v televizních přijímačích, pracujících s videomagnetofony. Obvod se vyznačuje velmi dobrými omezovacími vlastnostmi, nf výstupním napětím nezávislým na napájecím napětí, je necitlivý na brum, na výstupu má velmi malý zbytek mf signálu, k provozu potřebuje minimální množství součástek. Funkční blokové zapojení obvodu je na obr. 71. Obvod sdružuje širokopásmový omezovací zesilovač, koincidenční demodulátor signálů FM, obvod elektronického řízení mezifrekvenčního signálu pomocí změn stejnosměrného napětí, předzesilovač nf signálu, stabilizátor napětí a přídavný vstup pro spolupráci s videomagnetofonem. Výstup nf signálu je dvojitý – řízený a neřízený. Vstup a demodulátor obvodu je přizpůsoben pro práci s laděnými obvody LC. Součástka je v plastickém pouzdře DIL CE70 s 2× sedmi vývody. Přímým ekviva-



Obr. 71. Funkční blokové zapojení UL1244N

Elektrické údaje UL1242N

(Údaje se vztahují k vývodu 01, není-li uvedeno jinak)			
Mezní údaje			
Napájecí napětí U_{CC} :	6 až 18 V.		
Vnější napětí U_5 – vývod 05:	max. 4 V.		
Proud I_3 kolektoru tranzistoru – vývod 03:	max. 5 mA.		
Proud báze I_4 tranzistoru – vývod 04:	max. 2 mA.		
Proud I_{12} Zenerovy diody – vývod 12 trvalý:	max. 15 mA,		
po dobu max. 60 s:	max. 20 mA,		
Ztrátový výkon trvalý P_{tot} po dobu max. 60 s:	max. 400 mW		
	max. 500 mW.		
Charakteristické údaje ($U_{CC} = 12 V$)			
Mezifrekvenční zesilovač:	Jmen.	Min.–max.	
Proud I_{CCQ} – vývod 05 volný:		10 až 18 mA.	
vývod 05 spojen se zemí:		10 až 20 mA.	
Napěťový mf zisk A_u ($f = 6,5 \text{ MHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$):	68		dB.
Mf výstupní napětí U_6 , U_{10} při omezování (každý vstup 06, 10, $f = 6,5 \text{ MHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$):	250		mV.
Nf výstupní napětí $U_{08 \text{ nf}}$ ($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $Q = 45$):		$\geq 0,7$	V.
Vstupní napětí $U_{14 \text{ lim}}$ pro nasazení omezování ($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $Q = 45$):		≤ 75	μV .
Vstupní impedance, $f = 6,5 \text{ MHz}$:		≥ 12	kΩ.
vstupní odpor – vývod 14, R_{14} :		≤ 6	pF.
Vstupní odpor R_{08} – vývod 08:		1,9 až 3,3	kΩ.
Rozsah nastavení hlasitosti $\Delta U_{08 \text{ nf}}$ ($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $Q = 45$):		≥ 70	dB.
Opod. potenciometru R_5 – vývod 05			
($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ Hz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $Q = 45$):			
$U_{0 \text{ nf}} = -1 \text{ dB}$:	3,7		kΩ.
$U_{0 \text{ nf}} = -70 \text{ dB}$:	1,4		kΩ.
Napětí U_5 vývodu 05			
($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $Q = 45$):			
$U_{0 \text{ nf}} = -1 \text{ dB}$:	2,4		V.
$U_{0 \text{ nf}} = -70 \text{ dB}$:	1,3		V.
Potlačení amplitudové modulační AMR			
($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, mod. $\pm 30\%$):			
$U_1 = 500 \mu\text{V}$:		≥ 45	dB.
$U_1 = \text{mV}$:		≥ 60	dB.
Zkreslení k			
($f = 6,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $U_1 = 10 \text{ mV}$, $Q = 45$):			
Stejnoseměrné napětí U_8 na nf výstupu (vývod 08, $U_1 = 0 \text{ V}$):	7,4		V.
Pomocné přídavné součástky:			
Průrazné napětí U_{Z12} Zenerovy diody – vývod 12 ($I_{Z12} = 5 \text{ mA}$):		11 až 13,2	V.
Vnitřní odpor r_{Z12} – vývod 12 ($I_{Z12} = 5 \text{ mA}$):		≥ 55	Ω.
Průrazné napětí kolektor – emitor U_{CE03} ($I_C = 500 \mu\text{A}$):		≥ 13	V.
Proudový zesilovací činitel h_{21E} přídavného tranzistoru – vývod 03 ($I_C = 1 \text{ mA}$, $U_{CE} = 5 \text{ V}$):		≥ 25	

lentním obvodem je výrobek AEG-Telefunken, Siemens TBA120U.

Funkční blokové zapojení na obr. 71 je doplněno nejnětějšími vnějšími součástkami. Integrovaný obvod je složen ze čtyř bloků: I – širokopásmový omezovač zesilovač, II – koincidenční demodulátor FM signálu, III – dvojitý předzesilovač s obvodem elektronického řízení nf signálu, IV – stabilizátor napětí.

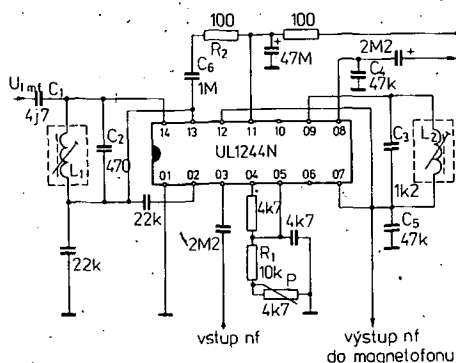
Vstupní kmitočtové modulovaný signál se přivádí na vstupy 14 a 02 integrovaného obvodu. V mnohastupňovém širokopásmovém zesilovači (I) se signál zesiluje a omezuje. Každý stupeň zesilovače je zhotoven jako rozdílový zesilovač s proudovým zdrojem. Zesilený a omezený signál je vyveden na vývody 06 a 10 a dále přiveden na symetrický koincidenční detektor signálů FM a současně na spolupracující obvod posuvu fáze (II). Obvod posuvu fáze tvoří kondenzátory s kapacitou asi 50 pF a vnější součástky L , C paralelně připojeného rezonančního obvodu, připojeného k vývodům 07 a 09. Laděný obvod je doladěn na střední kmitočet vstupního signálu.

Nízkofrekvenční signál získaný po detekci je předán na obvod řízení zesílení a dále do vstupních nf zesilovačů (III). Zesílení se řídí změnou stejnosměrného napětí na vývodu 05 (vnějším potenciometrem P).

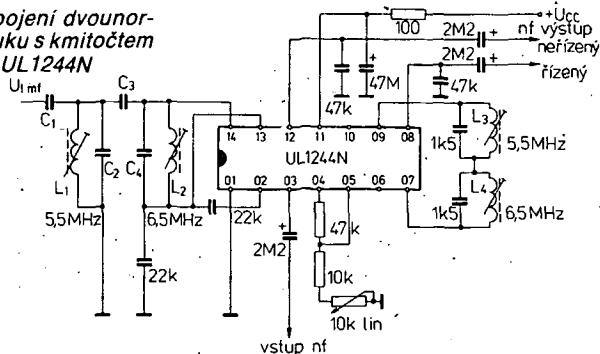
Změna stejnosměrného napětí na vývodu 05 má vliv na statické pracovní podmínky tranzistorů T_1 až T_4 a současně vyvolává změny proudového zesilovacího činitele uvedených tranzistorů pro střídavé signály. Napětí na bázích tranzistorů T_2 a T_3 , jakož i na vývodu 04 je stabilizováno vnitřním stabilizačním obvodem. Z rozboru práce rozdílových zesilovačů je patrné, že součet proudů tekoucích do vstupního zesilovače 1 je nezávislý na řídicím obvodu. Proto na jeho výstupu a tím na vývodu 12 bude neřízené výstupní nf napětí. Součet proudů tekoucích do vstupního zesilovače 2 se mění při změně napětí na vývodu 05. Výstupní nf napětí na vývodu 08 integrovaného obvodu bude proto závislé na nastavení potenciometru P.

Stabilizační obvod (IV) stabilizuje přivedené napájecí napětí. Z jeho výstupu se napájí příslušné funkční stupně integrovaného obvodu UL1244N.

Vývody: 01 – zem, 02 – vstup mf zesilovače přes kondenzátor C_3 , 03 – vstup nf signálu z videomagnetofonu, 04 – přípoj referenčního napětí 4,8 V, 05 – řízení hlasitosti vnějším potenciometrem P, 06 – výstup zesíleného a omezeného mf signálu FM, 07 – přípoj obvodu LC na koincidenční detektor, 08 – výstup nf řízeného signálu, 09 – přípoj obvodu LC na koincidenční detektor, 10 – výstup zesíleného a omezeného mf signálu FM, 11 – přípoj



Obr. 73. Doporučené zapojení dvounor-mového mf zesilovače zvuku s kmitočtem 5,5 MHz a 6,5 MHz s UL1244N



napájecího napětí $+U_{CC}$, 12 – výstup nf neřízeného signálu, 13 – společný bod výstupu omezovačového zesilovače a vstupu koincidenčního demodulátoru, 14 – vstup mf zesilovače.

Doporučená zapojení

Hlavní použití integrovaného obvodu UL1244N je jako mf zesilovač zvuku v televizních přijímačích. Praktické zapojení zesilovače, který je použit v polských barevných televizních přijímačích T5601, je na obr. 72. Signál s mf kmitočtem 6,5 MHz, vybraný z obrazového signálu pomocí vstupního filtru L_1 , C_2 , se přivádí na vstup integrovaného obvodu UL1244N (vývody 14 a 02). Tam se zesílí, omezí a demoduluje. Z demodulátoru získaný nf signál se zesílí vnitřním zesilovačem vstupního napětí. Pro funkci obvodu posuvu fáze, který je součástí demodulátoru FM, je zapotřebí vnější laděný obvod L_2 , C_3 . Výstupní nf signál (vývod 08) se řídí přes odpor R_1 potenciometrem P, připojeným k vývodu 05. Na vývodu 12 integrovaného obvodu se odebírá neřízený nf signál pro nahrávání na magnetofon. Rozsah signálu na tomto výstupu nezávisí na nastavení potenciometru P pro řízení hlasitosti. Kondenzátory C_4 a C_5 tvoří část filtru deemfáze. Odpor R_2 a kondenzátor C_6 filtrují zvukový signál po připojení přijímače.

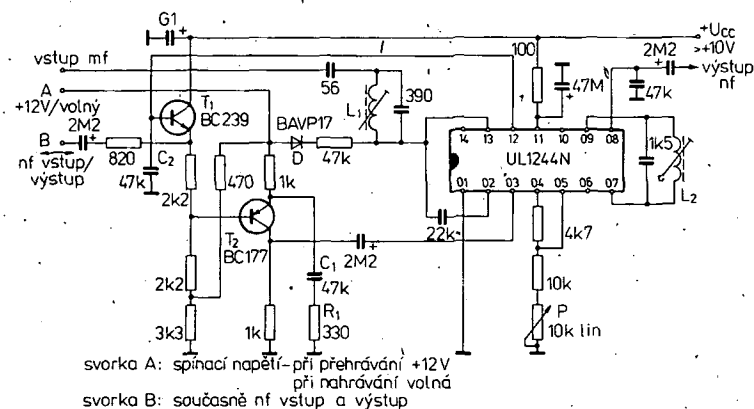
Pomocí zesilovače podle obr. 73 lze zesilovat a demodulovat mf signály v televizním přijímači podle normy OIRT i CCIR. Vstupní signál je přiváděn na vstupní dvounor-movou pásmovou propust s rezonančním kmitočtem 5,5 MHz a 6,5 MHz. Podobného obvodu je využito k posuvu fáze. Zde jsou však oba laděné obvody zapojeny sériově a připojeny ke koincidenčnímu detektoru. Jsou naladěny na kmitočet 5,5 MHz a 6,5 MHz. Činitel jakosti laděného obvodu 6,5 MHz posuvu fáze

musí být asi o 20 % větší než obvodu 5,5 MHz, což je nutné k získání stejného rozkmitu nf signálu při stejných deviacích signálů FM. Vypustí-li se kondenzátor 47 μ F v obvodu vývodu 11, změní se regulační charakteristika zesilovače.

Na obr. 74 je zapojení mezifrekvenčního zesilovače zvuku v televizním přijímači, který je určen pro spolupráci s videomagnetofonem. V zapojení je plně využito všech funkcí obvodu UL1244N. Spolu s tímto obvodem pracuje zesilovač s diskretními tranzistory T_1 a T_2 .

Při chodu magnetofonu v poloze přehrávání (reprodukce) se přivede stejnosměrné napětí $+12$ V na vstup A. Tím se zablokuje tranzistor T_1 a sepne oddělovací zesilovač T_2 . Dojde k preemfázi, čímž se vyváží deemfáze. Napětí umožňuje průtok proudu diodou D_1 , odporem 47 k Ω a zablokuje zesilovač pro signály z demodulátoru obrazu (funkční skupina 1 na obr. 71). Zvukový signál z magnetofonu se přivádí na vstup B, tranzistorem T_2 se zesílí a pak se přivádí na vývod 03 obvodu UL1244N. Signál je pak přiveden na tu část obvodu řízení zesilovače, která je spojena se zvukovým výstupem (vývod 08) integrovaného obvodu. Na vývodu 12 není nf signál. Místo toho je k dispozici na vývodu 08 zvukový signál z magnetofonu, řízený potenciometrem P. Odtud se pak přivádí k dalšímu zesílení do koncového zesilovače v televizním přijímači. Podobně jako filtr deemfáze v obvodu vývodu 08 IO je i zesilovač s tranzistorem T_2 vybaven filtrem preemfáze, složeným ze součástek C_1 , R_1 .

Při chodu magnetofonu v poloze nahrávání (záznam) nesmí být na vstupní svorce A žádné stejnosměrné napětí. Dioda je tudíž v nevodivém stavu. Mf zesilovač zvuku pracuje běžně. Přes emitorový sledovač s tranzistorem T_1 je přiváděn neřízený nf výstupní signál z vývodu 12 na svorku B, která v tomto případě bude sloužit jako vstup tohoto signálu. Kondenzátor C_2 je součástí filtru deemfáze



Obr. 72. Doporučené zapojení mf zesilovače zvuku 6,5 MHz s UL1244N

Obr. 74. Zapojení mf zesilovače zvuku s UL1244N v televizním přijímači, který pracuje ve spojení s videomagnetofonem

dělovací obvod řádkových impulsů s vyklíčováním rušivých signálů, oddělovací stupeň snímkového rozkladu, fázový porovnávací obvod, spínací obvod pro automatické přepínání rušivé šířky pásma, řádkový oscilátor s kmitočtovou „zarážkou“, fázový regulační obvod a výstupní stupeň. Díky vysokému stupni integrace součástek systému na čipu vyžaduje obvod UL1261N jen velmi málo vnějších součástek. Na vývodu 07 dodává zpracované obrazové synchronizační impulsy ke spouštění obrazového oscilátoru, na vývodu 06 je pak úplný synchronizační signál, přepínatelný na fázovém porovnávacím obvodu pro provoz videomagnetofonu.

Funkce obvodu je následující: Oddělovací stupeň odděluje synchronizační impulsy z úplného signálu BAS. Obvod invertoru (k provozu nepotřebuje žádné vnější součástky) a integrační-derivační obvod zbaví synchronizační signál rušivých impulsů a šumu.

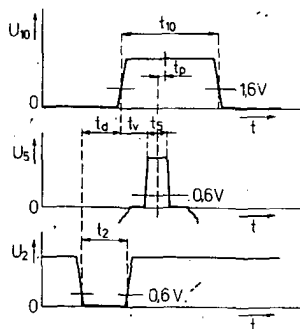
Několicí násobnou vnitřní integraci a oboustranným omezením se získává ze směsi synchronizačního signálu obrazový synchronizační impuls, který lze odebrat na vývodu 07. Dosud potřebný člen RC mezi oddělovacím stupněm synchronizačních impulsů a obrazovým oscilátorem tak odpadá. Protože doba trvání obrazového synchronizačního impulsu na vývodu 07 je omezena tolerance-
mi, doporučuje se řídit obvod vzestupnou hranou impulsu.

V řádkovém oscilátoru se využívá k nastavení kmitočtu styřflexového kondenzátoru 10 nF (je připojen k obvodu 13), který je periodicky nabíjen a vybíjen ze dvou vnitřních proudových zdrojů. Vnější odpor připojený k vývodu 14 určuje velikost nabíjecího proudu a tím (spolu s kondenzátorem oscilátoru) kmitočet oscilátoru.

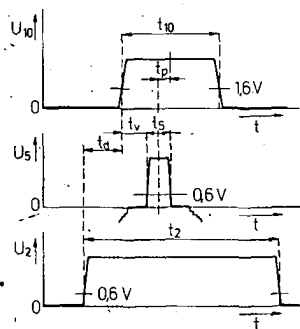
V porovnávacím obvodu fáze se srovnává napětí pilovitého průběhu oscilátoru s řádkovými synchronizačními impulsy. Odtud odvozené řídicí napětí ovlivňuje kmitočet oscilátoru, přičemž rozsah zachycení kmitočtu omezuje omezovací obvod (kmitočtová „zarážka“).

Ve fázovém regulačním obvodu se porovnává napětí pilovitého průběhu oscilátoru, který má vždy pevný vztah k synchronizačnímu impulsu, s impulsem řádkového zpětného běhu a tím se vyrovnávají měnící se doby zpoždění budičového stupně a řádkového koncového stupně. Nepoužije-li se vývod 11, nastaví se normovaná poloha fáze. Odchylku polohy lze realizovat připojením potenciometru 10 kΩ k vývodu 11. V řídicím rozsahu je doba trvání výstupních impulsů konstantní (vývod 02). Větší posuvy obrazu, např. v důsledku nesymetrické obrazovky, nelze korigovat vyrovnávacím potenciometrem fáze, protože v každém případě musí být zaručeno, že impuls zpětného běhu řádku oboustranně překryje řádkový synchronizační impuls (viz obr. 77 a 78).

Spínací stupeň plní pomocné funkce. Jestliže jsou na něj přivedeny synchronní signály z oddělovacího stupně synchronizačních impulsů a obvodu fázové regulace, bude k integrovanému odporu 2 kΩ mezi vývodem 09 a zemí připojen tranzistor v nasyceném stavu. Tím se prodlouží časová konstanta na vývodu 04 působícího filtračního členu a zůzli zachycovací rozsah fázového porovnávacího obvodu v synchronním stavu na asi 50 Hz. To je žádoucí pro bezporuchový provoz.



Obr. 77. Fázové vztahy impulsů vstupních, výstupních a zpětného běhu řádků obvodu UL1261N, TBA940



Obr. 78. Fázové vztahy impulsů vstupních, výstupních a zpětného běhu řádků obvodu UL1262N, TBA950

Přepínání na užší rozsah zachycování se může blokovat pro provoz videomagnetofonu. K tomu lze využít kladného proudu vývodu 08, např. pomocí odporu připojeného k vývodu 03. Při provozu videomagnetofonu může být účelné připojit odpor 680 Ω nebo 1 kΩ mezi vývod 09 a zem. Kondenzátor na vývodu 04 může být případně zmenšen (např. na 0,1 μF). Tyto změny nemají patrný vliv na běžný provoz integrovaného obvodu a nemusí se proto jistit přepínáním.

Výstupní stupeň odevzdává na vývodu 02 výstupní impulsy potřebné doby trvání a polarity k řízení budiče koncového stupně. Vestavěný ochranný obvod způsobuje, že při zmenšujícím se napájecím napětí na vývodu 03 (např. při vypnutí přijímače) až do $U_3 = 4$ V budou na výstupu 02 k dispozici impulsy řádkového kmitočtu definovaného tvaru. Teprve při napětí menším než 4 V impulsy zmizí bez toho, že by se na výstupu objevily impulsy nedefinované doby trvání a kmitočtu. Při opětovném zvětšení napájecího napětí $U_3 > 4,5$ V budou na výstupu znovu předepsané impulsy řádkového kmitočtu.

Uvedený popis funkce platí v plném rozsahu též pro integrované obvody TBA940, UL1261N, TBA950.

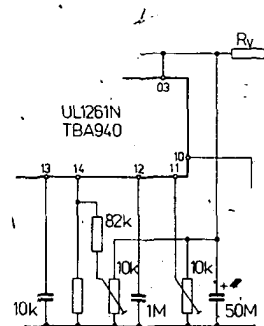
Blokové zapojení integrovaných obvodů UL1262N a TBA950, jakož i měřicí zapojení pro měření charakteristických vlastností je shodné s popisovaným obvodem UL1261N. Rozdíl je pouze v polaritě výstupního impulsního signálu. UL1261N, TBA940 odevzdává na výstupu záporné impulsy, UL1262N, TBA950 kladné impulsy. Pouze u obvodu TBA950:F, který je určen pro použití v přijímačích podle francouzské normy, je rozdíl v použitých vnějších součástkách. Definice impulsů na jednotlivých vývodech a vzájemné fázové vztahy mezi nimi jsou vyjádřeny na obr. 77 pro obvody UL1261N, TBA940 a obr. 78 pro UL1262N, TBA950.

Doporučená zapojení

Návrh provozního zapojení integrovaného obvodu UL1261N, TBA940 v rozkladových obvodech televizního přijímače s rychlým spínacím tyristorem v koncovém stupni je uveden na obr. 79. Zapojení se téměř shoduje s popisovaným zapojením podle obr. 76. Na výstupu je však použit tranzistor p-n-p BC327 pro řízení rozkladového tyristoru. Vstupní obvod zapojení se musí upravit podle podmínek v přijímači. Odporovým trimrem P_1 se nastavuje kmitočet řádkového oscilátoru, trimrem P_2 fáze. Tlačítko T1 slouží k vyrovnání kmitočtu.

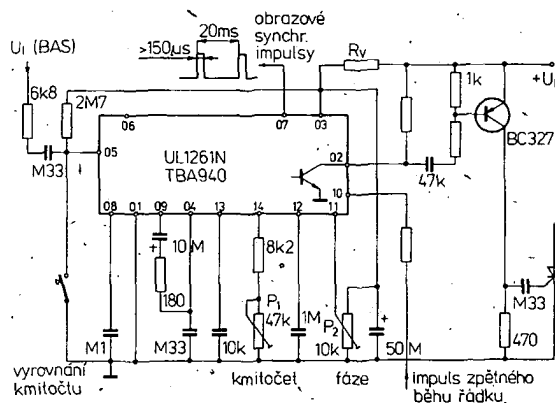
Na obr. 80 je navržen jiný způsob řízení kmitočtu a fáze řádkových impulsů. V obou případech je nutno použít styřflexový kondenzátor s tolerancí $\pm 2\%$, připojený k vývodu 13, a metalizované odpory s tolerancí $\pm 1\%$ v obvodu vývodu 14. Potenciometr P_1 má mít toleranci nejvýše $\pm 10\%$.

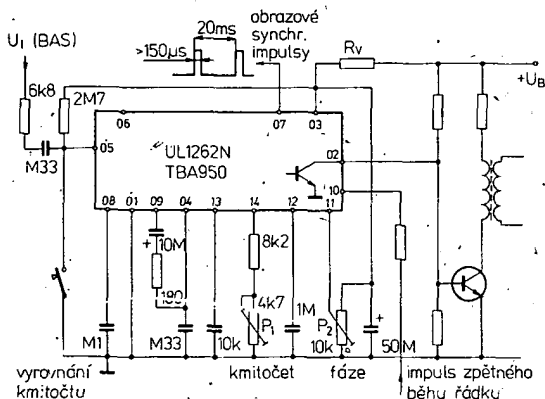
Obdobná zapojení platí pro použití integrovaných obvodů UL1262N a TBA950, které však pracují ve spojení s výkonovými spínacími tranzistory v koncovém stupni řádkových rozkladových obvodů. Základní zapojení je uvedeno na obr. 81.



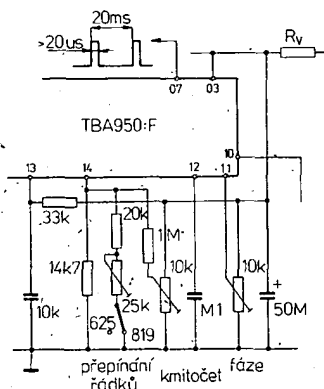
Obr. 80. Návrh jiného způsobu nastavení kmitočtu řádkového oscilátoru rozkladového stupně s UL1261N, TBA940 v zapojení podle obr. 79

Obr. 79. Doporučené zapojení UL1261N, TBA940 v řádkovém rozkladovém stupni s koncovým tyristorem





Obr. 81. Doporučené zapojení UL1262N, TBA950 v řádkovém rozkladovém stupni s koncovým tranzistorem



Obr. 82. Používané zapojení TBA950-F ve dvounormovém přijímači s přepínáním počtu řádků 625 a 819. Zakresleny jsou pouze odlišné zapojené vnější součástky

Jiný způsob řízení kmitočtu oscilátoru lze použít shodně se zapojením na obr. 80.

Zajímavá úprava předchozího zapojení pro použití integrovaného obvodu TBA950-F ve dvounormovém přijímači s přepínáním počtu řádků 625 a 819 podle evropské a francouzské normy je na obr. 82. Nezakreslené součástky se použijí shodně se zapojením podle obr. 81. Doba trvání obrazového synchronizačního impulsu je odlišná – musí být delší než 20 µs.

Předřadný odpor R_V je ve všech zapojeních závislý na použitém napájecím napětí U_B podle tabulky.

U_B [V]	R_V min [Ω]	R_V max [Ω]
10	30	60
15	140	215
20	250	365
25	360	510
30	470	–

Doporučené provozní údaje zapojení podle obr. 79 a 81:

Napájecí napětí U_B : 24 V.
 Vstupní proud I_{15} během synchronizačního impulsu: ≈ 5 µA.
 Vstupní signál BAS U_{15} M/M (mezivrcholová velikost): 1 až 6 V.
 Vstupní proud I_{10} během řádkového zpětného běhu: 0,2 až 2 mA.
 Přepínací proud I_B pro provoz video magnetofonu: ≈ 2 mA.
 Předstih t_d vstupního impulsu na výstupu 02 proti impulsu řádkového zpětného běhu na vývodu 10: ≈ 20 µs.
 Proud I_3 : ≤ 45 mA.
 Rozsah pracovních teplot okolí θ_a : 0 až +60 °C.

Mezní údaje

Příkon proudu I_{CC3} :	max. 45 mA.
Vstupní proud I_{15} :	2 mA.
Vstupní napětí U_{15} :	max. -6 V.
Výstupní proud I_{02} :	max. 22 mA.
Výstupní napětí U_{02} :	max. 12 V.
Proud I_{10} M impulsu řádkového zpětného běhu (vrcholová velikost):	max. 5 mA.
Napětí U_{11} pro nastavení jmenovité fáze:	0 až U_3
Teplota okolí θ_a :	0 až +60 °C.

Charakteristické údaje

(platí při $\theta_a = 25$ °C, $f_0 = 15\,625$ Hz, U_{15} M/M $\leq 1,5$ V, měřeno v zapojení podle obr. 76)

	Jmen.	Min.-max.
Rozkmit napětí U_7 M/M obrazového synchronizačního impulsu:		≈ 8 V.
Doba trvání t_1 obrazového synchronizačního impulsu TBA950-F:		≈ 20 µs.
UL1262N, TBA950, UL1261N, TBA940:		≈ 150 µs.
Výstupní odpor – vývod 07 (úroveň H), R_{07} :	10	7,5 až 13 kΩ.
Rozkmit U_5 M/M úplného synchronizačního impulsu:		≈ 8 V.
Výstupní odpor R_{06} – vývod 06:		2,5 až 4,5 kΩ.
Doba trvání t_2 výstupního impulsu UL1261N, TBA940:		4 až 8 µs.
UL1262N, TBA950, TBA950-F:		25 až 30 µs.
TBA950: 1:		22 až 26 µs.
TBA950: 2X:		25 až 28 µs.
Kmitočet f_0 oscilátoru ($C_{13/1} = 10$ nF, $R_{14/1} = 10,5$ kΩ):	15 625	± 1562 Hz.
Rozsah zachycování kmitočtu $\pm \Delta f$:		400 až 1000 Hz.
Rozsah nastavení kmitočtu $\pm \Delta f$:		400 až 1000 Hz.
Strmost $d f_0 / d f_p$ řídicího obvodu fázového porovnání ($t_{10} = 12$ µs, $t_d \approx 5$ µs, U_{10} M/M ≈ 2 V)		$\geq 1,5$ kHz/µs.
UL1261N, UL1262N:		$\geq 1,5$ kHz/µs.
TBA940, TBA950:	2	kHz/µs.
Zesílení $d f_0 / d f_p$ fázového řízení ($t_{10} = 12$ µs, $t_d = 5$ µs, U_{10} M/M = 2 V)		$\geq 15(20)$.
UL1261N, UL1262N (TBA940, TBA950):		$\geq 15(20)$.
Fázový posuv t_v mezi synchronizačním impulsem signálu BAS a impulsem zpětného běhu t_v vývod 11 volný ($t_{10} = 12$ µs, U_{10} M/M = 2 V, $t_d = 5$ µs):		-1 až +3,5 µs.

1) Po změně hodnot vnějších součástek určujících kmitočet, připojených k vývodům 13 a 14, lze použít integrovaný obvod UL1262N, TBA950 i pro všechny jiné televizní normy.

2) Omezený impuls řádkového zpětného běhu musí oboustranně překrývat řádkový impuls signálu BAS.

IO pro rozkladové stupně snímkového vychylování, UL1265N

Integrovaný obvod UL1265N je určen pro rozkladové stupně snímkového vychylování v černobílých a barevných televizních přijímačích. Výstup obvodu odevzdává proudový signál k napájení různých typů vychylovacích cívek vertikálního vychylování, umožňuje synchronizaci kladnými nebo zápornými impulsy, regulaci kmitočtu a amplitudy proudu a linearitu vychylování. Všechny uvedené způsoby regulace jsou na sobě nezávislé, což ulehčuje obsluhu přijímače. Integrovaný obvod se vyznačuje velkou nezávislostí výstupních parametrů na změnách provozní teploty, napájecího napětí a stárnutí elektrolytických kondenzátorů. Vnitřní elektrické zapojení obvodu UL1265N je na obr. 83. Součástka je v plastickém pouzdře CE74 s 2× šesti vývody tvarovanými do čtyř řad a středními širokými chladičmi vývody. Přímým elektrickým ekvivalentem obvodu UL1265N je výrobek TDA1170 výrobce SGS-Ates.

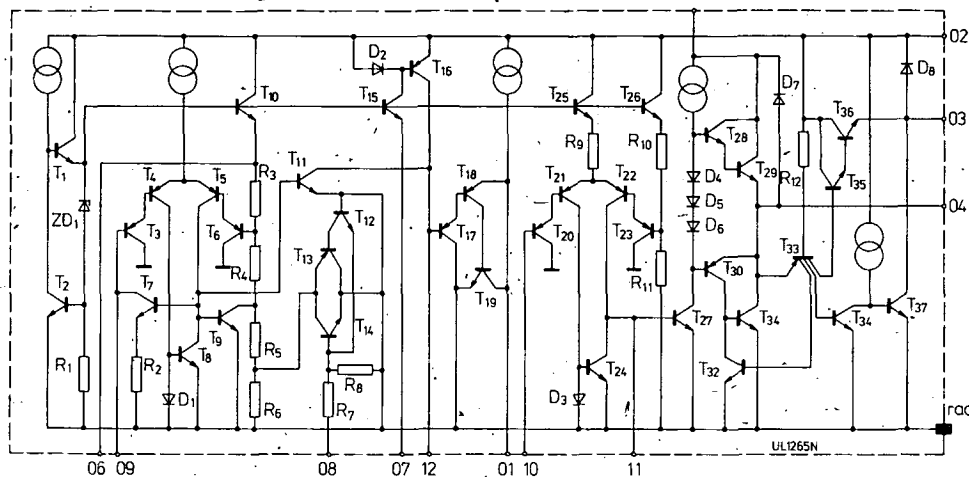
Integrovaný obvod se skládá ze čtyř hlavních bloků, synchronizovaného budicího generátoru, generátoru pilovitých kmitů, výkonového zesilovače a generátoru impulsů zpětného běhu.

Vývody: 01 – výstup generátoru pilovitých kmitů, 02 – přípoj napájecího napětí U_{CC} , 03 – generátor impulsů zpětného běhu, 04 – výstup zesilovače, 05 – napájení zesilovače, 06 – regulované napětí, 07 – nastavení výšky, 08 – vstup synchroniza-

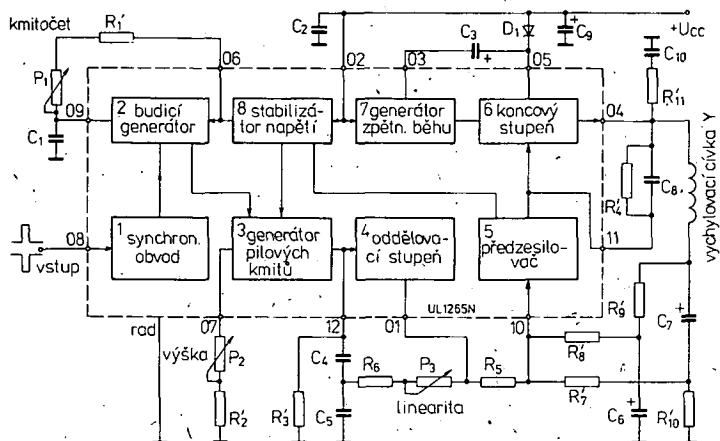
čních impulsů, 09 – oscilátor, 10 – vstup předzesilovače, 11 – kompenzace, 12 – vývod z generátoru pilovitých kmitů pro připojení vnějších součástek.

Funkce obvodu: Snímkové synchronizační impulsy z oddělovacího stupně se přivádějí na vstup obvodu UL1265N (vývod 08), kde se zajišťuje synchronizace kladných i záporných impulsů. Kladné impulsy způsobují nasycení tranzistoru T_{14} , záporné impulsy tranzistoru T_{13} . Impulsy obou polarit vyvolají úbytek napětí na odporu R_6 . Tato změna napětí působí přes odporový obvod R_3, R_4, R_5, R_6 na budicí generátor (funkční blok 2 ve funkčním blokovém zapojení na obr. 84). Budicí generátor je tvořen rozdílovým zesilovačem s kladnou zpětnou vazbou, jehož kmitočet závisí na vnějších součástkách P_1 a C_1 . Generátor je charakterizován velmi velkou nezávislostí na změnách teploty a napájecího napětí. Navíc je budicí generátor po většinu doby výběru velmi odolný proti šumu a rušení v synchronizačním signálu.

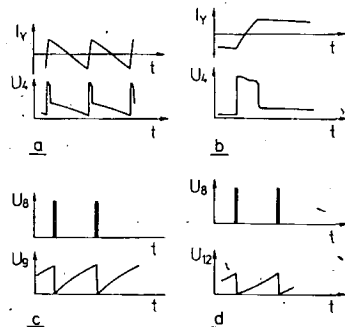
Signály z budicího generátoru se přivádějí na generátor pilovitých kmitů (blok 3). Generátor je proudového typu, vytváří kmitů lineárně se zvětšující s časem. Amplitudu vytvořeného průběhu lze řídit potenciometrem P_2 , linearitu potenciometrem P_3 . Odpor R_3 zajišťuje příslušnou korekci vychylování. Oddělovací stupeň (blok 4), který tvoří tranzistory T_{17} a T_{19} ,



Obr. 83. Vnitřní elektrické zapojení UL1265N



Obr. 84. Funkční blokové zapojení UL1265N



Obr. 85. Napěťové průběhy impulsů na vybraných místech obvodu UL1265N: a) průběh výstupního proudu a napětí cívky, b) průběh výstupního proudu a napětí cívky během zpětného běhu, c) průběh snímkových synchronizačních impulsů a napětí budícího generátoru (na vývodu 09), d) průběh snímkových synchronizačních impulsů a napětí generátoru pilovitěho průběhu (na vývodu 12)

umožňuje získat pilovitý průběh v rozsahu malých impedancí. Signál je pak přiveden do výkonového operačního zesilovače vnějším odporem R_5 . OZ ho tvaruje pro svislou vychylovací cívku. Zesilovač pracuje v obvodu s kladnou zpětnou vazbou, vytvořenou odporem R'_{10} . Zesilovač se skládá z předzesilovače se vstupním rozdílovým zesilovačem (blok 5) a koncového stupně (blok 6). Invertující vstup předzesilovače je vyveden na vývod 10, neinvertující vstup je uvnitř obvodu připojen na stabilizované napětí 2 V.

Předzesilovač tvoří tranzistory T_{20} až T_{24} . Na jeho vstup je přiváděn rovněž výstupní signál a to přes odpor R'_7 ve větvi zpětné vazby. Výstup předzesilovače je připojen jak na vstup koncového zesilovače, tak na samostatný vývod 11. K vývodu 11 se připojují vnější součástky R'_4 a C_8 , které určují příslušnou kmitočtovou kompenzaci.

Výstupní koncový stupeň obsahuje budící zesilovač (tranzistor T_{27}) a dvě dvojice tranzistorů v Darlingtonově zapojení. Jedna z nich s tranzistory n-p-n/n-p-n je určena pro proudy tekoucí do zátěže, druhá s tranzistory p-n-p/p-n-p pro vystupující proudy. Obvod je schopen dodat výstupní proud pilovitěho tvaru s mezivrcholovou velikostí 1,6 A.

Klídkové výstupní napětí na vývodu 04 závisí na vnějších součástkách zpětné vazby R'_7 , R'_8 , R'_9 , je dáno vztahem

$$U_4 = U_{10} \frac{R'_7 + R'_8 + R'_9}{R'_7}$$

přičemž napětí $U_{10} = 2$ V.

Obvod kladně zpětné vazby použitý v koncovém stupni způsobuje, že výstupní proud není závislý na změnách odporu cívky, vyvolaných tepelnými jevy. Z tohoto důvodu se v obvodu nepoužívá termistor v sérii s cívkou.

V době zpětného běhu elektronového paprsku se vyvíjí ve vychylovací cívce značný výkon. K jeho omezení je použito v integrovaném obvodu UL1265N zapojení pro zkrácení doby zpětného běhu. Generátor zpětného běhu (blok 7) vytváří napětí asi dvakrát větší, než je napájecí napětí. Doba impulsu zpětného běhu se zkracuje podle vztahu

$$t_p = \frac{2 L_V \sqrt{V}}{3 U_{CC}}$$

kde t_p je doba zpětného běhu,

L_V indukčnost vertikální vychylovací cívky,

I_V mezivrcholová velikost proudu protékajícího vertikální vychylovací cívkou,

U_{CC} napájecí napětí integrovaného obvodu.

Tranzistory T_{32} až T_{37} a kondenzátor C_3 tvoří generátor zpětného běhu. Během výběru, kdy T_{36} je uzavřen a T_{37} v nasyceném stavu, se nabíjí kondenzátor C_3 přes obvod U_{CC} , D_1 , C_3 , T_{37} a zem na napětí přibližně rovné U_{CC} . Během zpětného běhu elektronového paprsku se nasatí tranzistory T_{29} a T_{36} , tranzistory T_{31} a T_{37} se uzavřou. Na vývodu 03 bude napětí blízké U_{CC} , na vývodu 05 napětí rovné $2U_{CC}$. Toto napětí se přivádí přes nasycený tranzistor T_{29} na vychylovací cívku (zkracuje dvakrát čas zpětného

běhu). Blok 8 slouží jako tepelně kompenzovaný stabilizátor napětí, který dodává stabilizované napětí 6,4 V k napájení vnitřních bloků integrovaného obvodu. Napěťové průběhy impulsů na vybraných charakteristických bodech integrovaného obvodu UL1265N jsou uvedeny na obr. 85.

Doporučená zapojení

Integrovaný obvod UL1265N je určen pro použití ve snímkových rozkladových obvodech černobílých i barevných přijímačů. Prakticky ověřené zapojení snímkového vychylovacího obvodu, použitého v černobílém přijímači Unifra Vela 203, je na obr. 86. Obvod se napájí napětím +26 V, na integrovaném obvodu je napětí 22,5 V. „Zem“ obvodu je shodná se „zemí“ přijímače. Vnějšími součástkami lze samostatně řídit kmitočet, rozkmit a linearitu. Ve spojení s obrazovkou s velkou plochou má zapojení tyto technické údaje:

Impedance vychylovací cívky L_V : 20 mH,
 R_V : 10 Ω .

Napájecí napětí U_{CC} : 22,5 V.

Příkon proudu int. obvodu, I_{CC} : 140 mA.

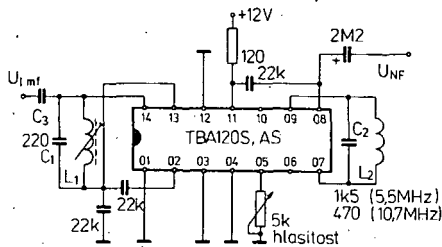
Výstupní proud (mezivrcholový) $I_{V \text{ MIM}}$:

1,2 A.

Doba zpětného běhu t_p : 0,8 ms.

Ztrátový výkon na int. obvodu, P_{tot} : 2,2 W.

Pomocí integrovaného obvodu UL1265N lze získat výstupní proud pilovitěho průběhu až 1,6 A, což postačuje



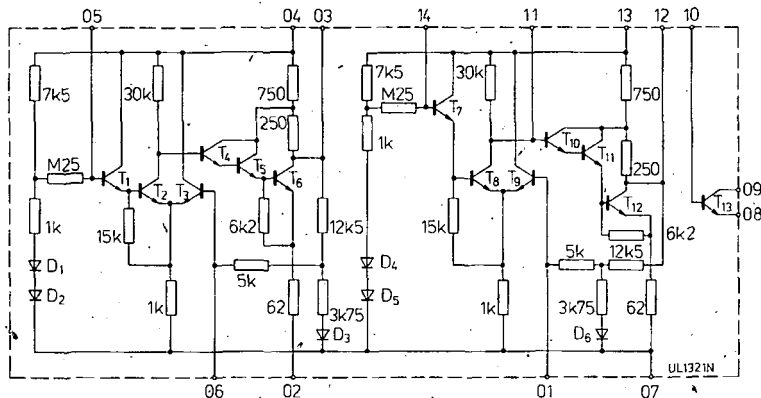
Obr. 88. Doporučené provozní zapojení TBA120S, TBA120AS v mF zesilovači signálů FM 5,5 nebo 10,7 MHz.

čené napájecí napětí 12 V. Zesilovač se však může napájet v rozsahu 6 až 18 V, jeho pracovní kmitočet se může libovolně volit v rozsahu 0 až 12 MHz. Podle zesilovaného kmitočtu se však musí volit laděný obvod demodulátoru. V navrženém zesilovači je kapacita kondenzátoru laděného obvodu 1500 pF při kmitočtu 5,5 MHz, 470 pF při 10,7 MHz. Nf výstupní napětí zesilovače při vstupním kmitočtu 5,5 MHz s deviací ± 50 Hz je prům. 1 V při zkruslení 4 %. vstupním signálu 10 mV a jakosti laděného obvodu asi 45. Zesilovač vyniká mimořádnou kvalitou omezení, je kmitočtově velmi stabilní a k provozu vyžaduje je velmi málo přídavných součástek.

Nízkofrekvenční zesilovače malých signálů

Dvojitý předzesilovač napětí UL1321N

Monolitický integrovaný obvod UL1321N sdružuje dva shodné napěťové předzesilovače a jeden nezávislý tranzistor n-p-n. Je určen pro použití v napěťových zesilovacích stupních. Samotný tranzistor lze použít jako řídicí stupeň výkonového zesilovače s přímou vazbou. Využije-li se obou zesilovacích stupňů za stejných pracovních podmínek, může obvod sloužit jako dvoukanalový předzesilovač ve stereofonních přístrojích. Vnitřní elektrické zapojení integrovaného obvodu UL1321N je na obr. 89, funkční blokové



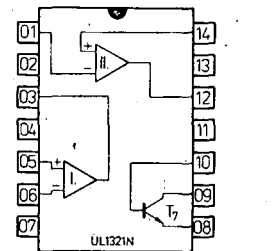
Obr. 89. Vnitřní elektrické zapojení UL1321N

zapojení spolu se zapojením vývodů na obr. 90. Součástka je v plastickém pouzdře DIL CE70 s 2 x sedmi vývody. Přímým elektrickým ekvivalentem obvodu UL1321N je výrobek Sanyo LA3101.

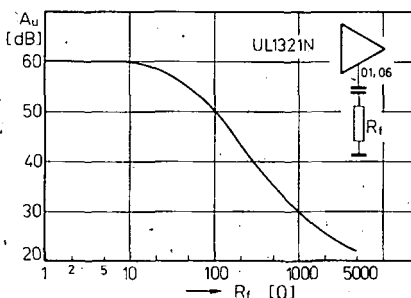
Funkce obvodu: Vstupní signál se přivádí na vývod 5 (nebo 14). Přes tranzistor T_1 , který pracuje jako emitorový sledovač, se přivádí signál na rozdílový zesilovač z tranzistorů T_2 a T_3 . Díky použití rozdílového zesilovače může pracovat předzesilovač v širokém rozsahu napájecích napětí. Tranzistory T_4 a T_5 pracují v Darlingtonově zapojení. Poslední zesilovací stupeň tvoří tranzistor T_6 . Mezi kolektorem tranzistoru T_6 a bází T_3 je zařazen vnitřní obvod záporné zpětné vazby. Smyčka této zpětné vazby se realizuje připojením vnějších součástek RC mezi zem a vývody. Závislost zesílení každého z obou předzesilovačů s ohledem na použitý odpor R_1 zpětnovazebního obvodu je na obr. 91. Člen RC se připojuje k vývodu 06 (nebo 01) a zem.

Doporučená zapojení

Zapojení stereofonního napěťového předzesilovače pro přístroje spotřební elektroniky s UL1321N je na obr. 92. Zesílení obvodu se reguluje změnou od-



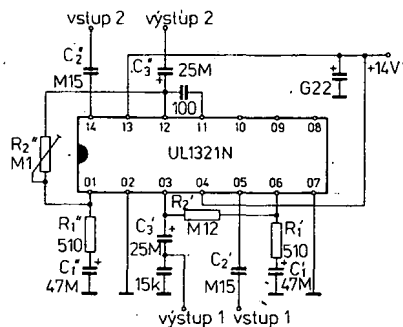
Obr. 90. Funkční blokové zapojení a zapojení vývodů UL1321N



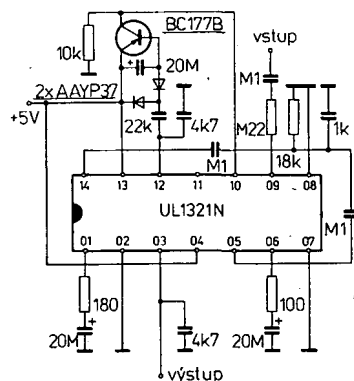
Obr. 91. Závislost zesílení každého z obou předzesilovačů UL1321N na zpětnovazebním odporu

Elektrické údaje TBA120S, TBA120AS

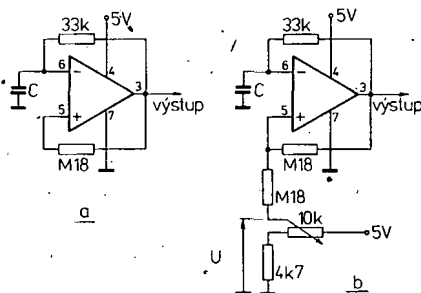
Mezní údaje		Poměr signálu k šumu, $a_{S/N}$ ($U_i = 10 \text{ mV}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$):		85	$\geq 75 \text{ dB}$.
Napájecí napětí U_{CC} 1):	max. 18 V.	Zkreslení k harmonickým ($U_i = 10 \text{ mV}$, $f = \pm 25 \text{ kHz}$):		1,3	$\leq 2,5 \%$.
Napětí vývodu 05:	max. 4 V.	Šumové napětí U_{NM} :		80	$\leq 140 \mu\text{V}$.
Proud vývodu 03/3:	max. 5 mA.				
Proud vývodu 04/4:	max. 2 mA.				
Zenerův proud (vývod 12), I_{12} :	max. 15 mA.				
$t \leq 1 \text{ min.}$	max. 20 mA.				
Teplota přechodu θ_j :	max. 150 °C.				
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :	-15 až +70 °C.				
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-40 až +125 °C.				
Tepelný odpor přechod-okolí $R_{\theta ja}$:	max. 12 K/W.				
Charakteristické údaje ($\theta_a = +25 \text{ °C}$, $U_{CC} = 12 \text{ V}$, $f = 5,5 \text{ MHz}$, $10,7 \text{ MHz}$)					
Proud I_{CC} celkový při $R_5 = \infty$:	Jmen. 14	Min.-max. 10 až 18 mA,			
$R_5 = 0$:	15,2	11 až 20 mA.			
Napěťový zisk A_u mF zesilovače:	68	dB.			
Výstupní napětí $U_{O \text{ mF}}$ mF zesilovače při omezení (každý výstup):	250	$\geq 170 \text{ mV}$.			
Výstupní odpor R_O :	2,6	1,9 až 3,3 k Ω .			
Paralelní odpor vývodů 13/14, $R_{13/14}$:		$\leq 1 \text{ k}\Omega$.			
Rozsah řízení hlasitosti $U_{NF \text{ max}}/U_{NF \text{ min}}$:	75	$\geq 70 \text{ dB}$.			
Stejnoseměrná úroveň výstupního napětí U_8 :	7,4	6,2 až 8,5 V.			
Odpor potenciometru R_5 pro pokles o -1 dB:	3,7	$\leq 4,7 \text{ k}\Omega$.			
-70 dB:	1,4	$\leq 1,0 \text{ k}\Omega$.			
Napětí na vývodu 05 při poklesu o -1 dB:	2,4	V.			
-70 dB:	1,3	V.			
Dynamické údaje ($f = 5,5 \text{ MHz}$, $\Delta f = \pm 50 \text{ kHz}$, $f_{\text{mod}} = 1 \text{ kHz}$)					
Ní výstupní napětí $U_{NF \text{ et}}$ ($U_i = 10 \text{ mV}$):		Vstupní napětí $U_{i \text{ lim}}$ pro omezení o -3 dB:		1,0	$\geq 0,7 \text{ V}$.
Potlačení amplitudové modulace a_{AM} mod. 30 %, $U_i = 500 \mu\text{V}$:				30	$\leq 60 \mu\text{V}$.
$U_i = 10 \text{ mV}$:				55	$\geq 45 \text{ dB}$.
Vstupní impedance Z_i :				68	$\geq 60 \text{ dB}$.
(f = 10,7 MHz, $\Delta f = \pm 75 \text{ kHz}$, $f_{\text{mod}} = 1 \text{ kHz}$, mod = 30%, $Q_{LC} \sim 45$)				40/4,5	k Ω /pF.
Ní výstupní napětí $U_{NF \text{ et}}$		Vstupní napětí $U_{i \text{ lim}}$ pro omezení o -3 dB:		0,7	$\geq 0,4 \text{ V}$.
Potlačení amplitudové modulace, a_{AM} mod. = 30 %, $U_i = 500 \mu\text{V}$:				50	$\leq 100 \mu\text{V}$.
$U_i = 10 \text{ mV}$:				50	$\geq 40 \text{ dB}$.
Vstupní impedance Z_i :				68	$\geq 60 \text{ dB}$.
				20/4	k Ω /pF.
Charakteristické údaje přídavného obvodu					
Zenerovo napětí U_{Z12} při $I_{12} = 5 \text{ mA}$:		12		11,2 až 13,2 V.	
Průrazné napětí kolektor-báze U_{CE0} :		40		$\geq 26 \text{ V}$.	
Průrazné napětí kolektor-emitor U_{CE0} :				$\geq 13 \text{ V}$.	
Proudový zisk A_c ($U_{CE} = 5 \text{ V}$, $I_C = 1 \text{ mA}$):		80		$\geq 25 \text{ dB}$.	



Obr. 92. Zapojení stereofonního napěťového zesilovače s UL1321N



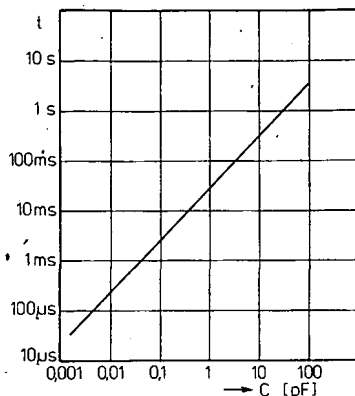
Obr. 93. Nf zesilovač s automatickým řízením zesílení s UL1321N



Obr. 94. Multivibrátor s pravoúhlým výstupním napětím s UL1321N; a) základní zapojení s pevnou dobou trvání impulsu, b) zapojení s řízením doby trvání impulsu předpětím

porů R_1 , R_2 v každém zesilovacím stupni. Zesílení se zvětší zmenšením odporu R_1 nebo zvětšením R_2 .

Při napájecím napětí $U_{CC} = 14$ V, zatěžovacím odporu $R_L = 10$ k Ω a teplotě okolí 25 °C má zesilovač tyto vlastnosti:



Obr. 95. Závislost doby trvání impulsů na kapacitě kondenzátoru C multivibrátoru podle obr. 94a

Napěťový zisk A_v : 50 až 55 dB.
Součinitel nelineárního zkreslení k ($U_0 = 1$ V): $\leq 0,1$ %.
Šumové napětí U_N (vstup spojen se zemí): $\leq 0,3$ mV.
Vstupní odpor R_i při $f = 1$ kHz: ≥ 100 k Ω .
Výstupní napětí maximální, $U_{O\max}$, při $k = 3$ %: 3 V.
Potlačení přeslechu a mezi zesilovači ($f = 1$ kHz): ≥ 40 dB.
Dolní mezní kmitočet f_d (-3 dB): 15 Hz.
Horní mezní kmitočet f_h (+1 dB): 130 kHz.

Napájecí proud klidový I_0 : 20 mA.

Na obr. 93 je zapojení nf zesilovače se stálým vstupním napětím, jehož se dosahuje použitím automatické regulace zesílení. Na vstupu zesilovače je použit proměnný dělič napětí, jehož jednu větev tvoří tranzistor T_{13} v integrovaném obvodu. Tranzistor je řízen stejnosměrným napětím, závislým na napětí signálu. Za napěťovým děličem následují dva nezávislé integrované zesilovací obvody. Jeden z nich zesiluje vlastní signál, druhý pak signál ve smyčce automatického řízení zesílení. Mimo nízkofrekvenční zesilovač jsou ve smyčce automatického řízení zesílení ještě detektor s filtrem a zesilovač stejnosměrného napětí s přídavným vnějším tranzistorem p-n-p BC177B.

Na rychlé zvětšení vstupního napětí reaguje zesilovací obvod během 10 až 20 ms. Po zániku nebo zmenšení vstupního napětí se zesílení obvodu pomalu zvětšuje, během asi 2 s pak dosáhne maxima. Doby náběhu a doběhu automatického řízení určují kapacity kondenzátorů ve filtru za detektorem; podle potřeby je lze měnit.

Změnou příslušných součástek zesilovače lze zúžit přenášené pásmo do ome-

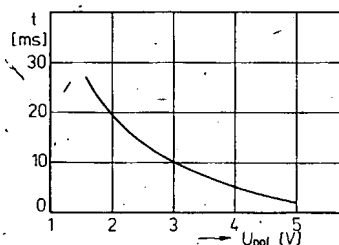
zeného rozsahu, např. 300 až 4000 Hz při současném zmenšení nelineárního zkreslení.

Výstupní napětí popsaného zesilovače je typicky 370 až 400 mV při vstupním napětí v rozsahu 0,03 až 10 V a kmitočtu 30 Hz až 20 kHz. Výstupní napětí se prudce zmenšuje se zmenšováním vstupního napětí, při napětí 30 V se naopak zvětší asi na 430 mV. Zkreslení výstupního napětí je při vstupním napětí 0,03 až 30 V asi 2 % na kmitočtech 300 a 3000 Hz.

Jiným námětem k využití UL1321N je multivibrátor s pravoúhlým výstupním napětím v zapojení podle obr. 94a, jehož kmitočet závisí na kapacitě kondenzátoru C a napájecím napětí. Konstrukce obvodu je velmi jednoduchá. Závislost doby trvání impulsu multivibrátoru na kapacitě kondenzátoru C je patrná z obr. 95.

Zapojení multivibrátoru podle obr. 94b je modifikací obvodu podle obr. 94a. Doba trvání impulsu multivibrátoru závisí na přídavném polarizačním napětí U_{pol} . Vlastní doba trvání impulsu je dána závislostí podle obr. 96.

Dosažené vlastnosti
Napájecí napětí U_{CC} : 6 V.
Doba náběhu impulsu t_r : 500 ns.
Doba týlu impulsu t_f : 50 ns.
Opakovací kmitočet maximální f_{ip} : ≤ 1 MHz.



Obr. 96. Závislost doby trvání impulsu na předpětí multivibrátoru podle obr. 94b

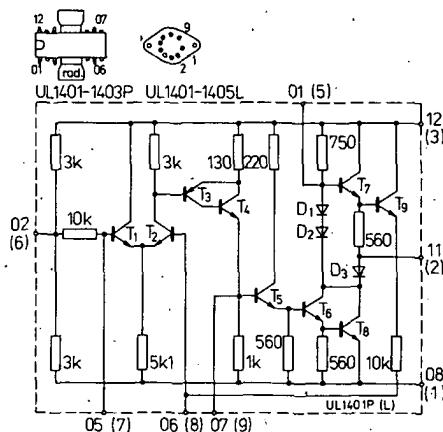
Nízkofrekvenční zesilovače výkonu

Nízkofrekvenční zesilovače výkonu 1 až 5 W, UL1401L až UL1405L, UL1401P až UL1403P

Integrované obvody řady UL1401 až UL1405 jsou analogové obvody, které plní funkci nf zesilovačů výkonu. Jsou určeny pro použití v přístrojích spotřební a všeobecné elektroniky. Vnitřní elektrické zapojení obvodů je na obr. 97. Zapojení obou řad obvodů je stejné, rozdíl je pouze v použitém pouzdru. Obvody řady

Elektrické údaje UL1321N

Mezní údaje ($\theta_a = 25$ °C)			
Napájecí napětí U_{CC} :		max. 18 V.	
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :		-20 až +70 °C.	
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :		-30 až +100 °C.	
Charakteristické údaje			
Každý předzesilovací stupeň ($\theta_a = 25$ °C, $U_{CC} = 6$ V, $f = 1$ kHz)			
Napájecí proud klidový I_{CCQ4} :	Jmen.	Min.-max.	
I_{CCQ13} :	3,5	≤ 6 mA	
Napěťový zisk A_v bez zpětné vazby ($U_i = 0,5$ mV):	3,5	≤ 6 mA.	
Napěťový zisk A_v se zpětnou vazbou ($U_i = 1$ mV, $R_i = 100$ Ω):	60		dB.
Výstupní napětí U_o ($k = 5$ %, $R_i = 100$ Ω):			≥ 45 dB.
Přenášené pásmo (3 dB), BW ($U_i = 0,5$ mV, bez zpětné vazby):	1,5		V.
Součinitel nelineárního zkreslení k ($U_0 = 0,5$ V, $R_i = 100$ Ω):	400		kHz.
	0,4		$\leq 0,9$ %.
Vstupní odpor R_i :			90 k Ω .
Výstupní odpor R_o :			1 k Ω .
Šumové vstupní napětí U_{IN} ($U_{CC} = 10$ V, $R_G = 600$ Ω):			1 ≤ 3 μ V.
Přeslech a mezi oběma zesilovacími stupni:			40 dB.
Samostatný tranzistor n-p-n T_{13}			
Proudový zesilovací činitel h_{21E} ($U_{CE} = 3$ V, $I_C = 1$ mA):			150 ≥ 70
Průrazné napětí kolektor-emitor $U_{(BR)CEO}$ ($I_C = 1$ mA):			25 ≥ 15 V.
Průrazné napětí kolektor-báze $U_{(BR)CB0}$ ($I_C = 1$ μ A):			≥ 25 V.
Klidový proud emitor-báze I_{EB0} ($I_C = 0$ mA, $U_{EB} = 4$ V):			≤ 1 μ A.



Obr. 97. Vnitřní elektrické zapojení UL1401P - UL1403P a UL1401L - UL1405L

UL1401L jsou v kovovém pouzdru CE50 s devíti kolíkovými vývody (upravené pouzdro TO-3), obvody řady UL1401P jsou v plastickém pouzdru CE74 (quad-in-line) se širokými středními vývody, které slouží k chlazení součástky. Přibližnými ekvivalentními výrobky obvodů UL1401P jsou součástky japonského výrobce Sanyo LA4030P, UL1402P, UL1403P, UL1404P, UL1405P, UL1406P, UL1407P, UL1408P, UL1409P, UL1410P, UL1411P, UL1412P, UL1413P, UL1414P, UL1415P, UL1416P, UL1417P, UL1418P, UL1419P, UL1420P, UL1421P, UL1422P, UL1423P, UL1424P, UL1425P, UL1426P, UL1427P, UL1428P, UL1429P, UL1430P, UL1431P, UL1432P, UL1433P, UL1434P, UL1435P, UL1436P, UL1437P, UL1438P, UL1439P, UL1440P, UL1441P, UL1442P, UL1443P, UL1444P, UL1445P, UL1446P, UL1447P, UL1448P, UL1449P, UL1450P, UL1451P, UL1452P, UL1453P, UL1454P, UL1455P, UL1456P, UL1457P, UL1458P, UL1459P, UL1460P, UL1461P, UL1462P, UL1463P, UL1464P, UL1465P, UL1466P, UL1467P, UL1468P, UL1469P, UL1470P, UL1471P, UL1472P, UL1473P, UL1474P, UL1475P, UL1476P, UL1477P, UL1478P, UL1479P, UL1480P, UL1481P, UL1482P, UL1483P, UL1484P, UL1485P, UL1486P, UL1487P, UL1488P, UL1489P, UL1490P, UL1491P, UL1492P, UL1493P, UL1494P, UL1495P, UL1496P, UL1497P, UL1498P, UL1499P, UL1500P.

Integrované obvody obou řad jsou složeny ze tří funkčních bloků: napěťového předzesilovače, budicího stupně a koncového zesilovače. Další výklad funkce se bude vzhledem k odlišnému číslování vývodů vztahovat k obvodům řady UL1401P. Po přechlazení vývodů platí i pro řadu UL1401L. Vstupní signál se přivádí na vývod 05, tedy na bázi jednoho z tranzistorů (T_1) rozdílového zesilovače. Na druhý vstup (vývod 06) rozdílového zesilovače (T_2) se přivádí signál záporné zpětné vazby. Vnější část obvodu záporné zpětné vazby je tvořena odporem R_1 a kondenzátorem C_1 připojeným k vývodu 06 integrovaného obvodu a k zemi.

Součástí napěťového předzesilovače jsou ještě tranzistory T_3 (p-n-p) a T_4 (n-p-n), které vytvářejí tzv. složený tranzistor p-n-p s napěťovým zesílením, daným poměrem odporů v kolektoru a emitoru.

Tranzistor T_5 v zapojení sledovače plní funkci oddělovacího stupně.

V budicím stupni pracuje tranzistor T_6 , který současně spolu s tranzistory T_7 , T_8 a T_9 tvoří koncový zesilovač výkonu.

Vývody (platí pro řadu UL1401P): 01 - útlum budiče, 02 - blokování napájení, 03, 04 - nepoužívat, vnitřní spoj, 05 - vstup, 06 - zpětná vazba, 07 - kmitočtová kompenzace, 08 - zem, 09, 10 - nepoužívat, vnitřní spoj, 11 - výstup, 12 - přípoj napájecího napětí U_{CC} .

Vývody obvodů řady UL1401L: 1 - zem, 2 - výstup, 3 - přípoj napájecího napětí U_{CC} , 4 - nepoužívat, 5 - útlum budiče, 6 - blokování napájení, 7 - vstup, 8 - zpětná vazba, 9 - kmitočtová kompenzace.

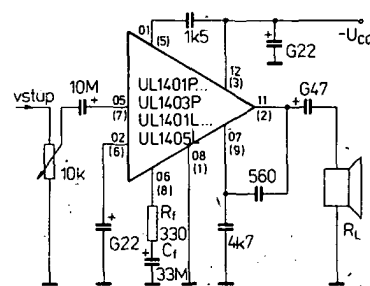
Při práci s integrovanými obvody obou řad doporučuje výrobce zachovávat alespoň minimální bezpečnostní opatření, jimiž se ochrání součástky před zničením. Především je třeba:

- k ochraně součástek před zničením elektrostatickým nábojem musí být každá osoba, která s nimi manipuluje, uzemněna např. zemnicím náramkem, spojeným přes odpor 1 M Ω se zemí;
- při ručním vypájení obvodu z desky s plošnými spoji se musí používat páječka se speciálním pájecím hrotem, kterým se zahřívají všechny vývody najednou. Při automatickém pájení součástek musí být teplota pájecí lázně 270 °C, doba pájení v lázni nejvýše 10 s. Při ručním pájení smí být teplota pájecího hrotu 350 °C, doba pájení 4 s. Pájecí lázeň i hrot ruční páječky musí být uzemněny.

Doporučená zapojení

Návrh typického nízkofrekvenčního zesilovače výkonu, v němž lze použít kterýkoli z řady integrovaných obvodů UL1401L či UL1401P, je na obr. 98. Výstupní výkon, zkreslení, napěťové zesílení, příkon proudů v klidovém stavu a další provozní údaje použitého obvodu jsou shodné s elektrickými údaji IO. Číslování vývodů platí pro použití obvodů řady UL1401P. Použijí-li se obvody řady UL1401L, musí se vývody přechíslovat.

Zajímavé zapojení koncového zesilovače se dvěma obvody UL1405L a jedním UL1321N je na obr. 99. Zesilovač je použit ve stereofonním rozhlasovém přijímači



Obr. 98. Doporučené zapojení nízkofrekvenčního zesilovače středního výkonu s UL1401P až UL1403P nebo UL1401L až UL1405L

Amator-stereo, výrobce Unitra. Jeho výkon je 2 x 4 W, napájecí napětí 24 V musí být dobře stabilizováno. Nf signály levého a pravého kanálu ze stereofonního dekodéru jsou zesíleny nejdříve diskretními tranzistory s větším vstupním odporem. Mezi výstupními obvody těchto tranzistorů a vstupem následujících zesilovacích stupňů jsou kmitočtové korektory a regulátor zesílení. V nf předzesilovacím stupni je použit integrovaný obvod UL1321N, k jehož výstupu je připojen regulátor vyvážení R_{15} . Symetrie zesílení obou kanálů předzesilovače se nastavuje proměnným odporem R_{19} .

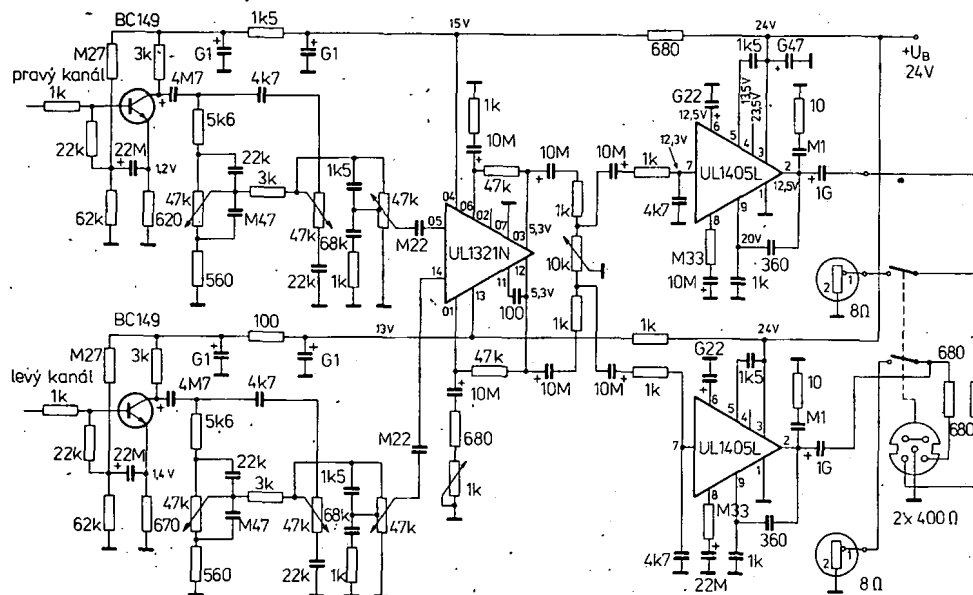
Jako koncové zesilovače výkonu pracují dva stejné integrované obvody UL1405L. Ke koncovému stupni lze připojit kromě reproduktorů i stereofonní sluchátka (např. typu WM-590-1) konektorem GM-590-1. Sluchátka lze připojit tímto konektorem tak, že lze poslouchat i na reproduktorové soustavy, otočením konektoru o 180° kolem jeho osy je možný poslech pouze na sluchátka (reproduktory se samočinně odpojí). Při napájecím napětí 24 V je příkon levého i pravého kanálu v klidu asi 70 mA, výstupní výkon při plném vybuzení a zatěžovacím odporu 2 x 8 Ω je 2 x 4 W, zkreslení 5 %. Přenášené nf pásmo (pro pokles -3 dB) je lineární v rozsahu 80 až 16 000 Hz.

Nízkofrekvenční zesilovač výkonu 10 W, UL1440T

Integrovaný obvod UL1440T je bipolární monolitický integrovaný nf zesilovač

Elektrické údaje UL1401L, UL1402L, UL1403L, UL1405L, UL1401P, UL1402P, UL1403P

Mezní údaje ($\theta_a = 25^\circ\text{C}$)			
Napájecí napětí U_{CC}	UL1401L, UL1401P:	8 až 16 V,	
	UL1402L, UL1402P:	8 až 18 V,	
	UL1403L, UL1403P:	8 až 25 V,	
	UL1405L:	8 až 27 V,	
Výstupní proud kolektoru, I_O	UL1401L, UL1401P:	max. 1 A,	
	všechny ostatní typy:	max. 1,5 A,	
Ztrátový výkon P_{tot}			
bez chlazení, $\theta_a = 25^\circ\text{C}$:		max. 1,5 W,	
s ideálním chlazením, $\theta_a = 65^\circ\text{C}$:		max. 5 W,	
Teplotní odpor přechod-okolí R_{thja} :		55 K/W,	
Teplotní odpor přechod-pouzdro R_{thjc} :		8 K/W,	
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :		-25 až +70 °C,	
Rozsah skladovacích teplot θ_{sig} :		-40 až +125 °C,	
Charakteristické údaje ($\theta_a = 25^\circ\text{C}$)			
Platí při UL1401L, UL1401P: $U_{CC} = 11\text{ V}$, $R_L = 8\ \Omega$,			
UL1402L, UL1402P: $U_{CC} = 13,2\text{ V}$, $R_L = 4\ \Omega$,			
UL1403L, UL1403P: $U_{CC} = 18\text{ V}$, $R_L = 8\ \Omega$,			
UL1405L: $U_{CC} = 22\text{ V}$, $R_L = 8\ \Omega$.			
Výstupní výkon P_O		Jmen.	Min. max.
($R_L = 330\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $k = 10\%$)			
UL1401L, UL1401P:	1,0		$\geq 0,8\text{ W}$,
UL1402L, UL1402P:	2,0		$\geq 1,8\text{ W}$,
UL1403L, UL1403P:	3,0		$\geq 2,7\text{ W}$,
UL1405L:	5,0		$\geq 5,0\text{ W}$,
Činitel harmonického zkreslení k			
($R_L = 330\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $P_O = 0,5\text{ W}$):	0,3		$\leq 1,5\%$,
Napěťový zisk A_u			
($R_L = 330\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $P_O = 0,5\text{ W}$):	30		27 až 33 dB,
Šířka přenášeného pásma (-3 dB), BW			
($R_L = 330\ \Omega$, 0 dB $\geq P_O = 0,5\text{ W}$)			
UL1401L - UL1405L:			40 až 100 000 Hz,
($R_L = 330\ \Omega$) -			
UL1401P - UL1403P:	100		kHz,
Šumové výstupní napětí U_{ON}			
($R_L = 330\ \Omega$, $U_i = 0$):			$\leq 1\text{ mV}$,
Klidový napájecí proud I_{CCQ}			
($R_L = 330\ \Omega$)			
UL1401L, UL1401P:	15		$\leq 27\text{ mA}$,
UL1402L, UL1402P:	16		$\leq 32\text{ mA}$,
UL1403L, UL1403P:	23		$\leq 43\text{ mA}$,
UL1405L:			$\leq 55\text{ mA}$,
Vstupní odpor R_i			
($R_L = 330\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$):	8		$\geq 6\text{ k}\Omega$,
Výstupní odpor R_O			
($R_L = 330\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$):	450		Ω ,



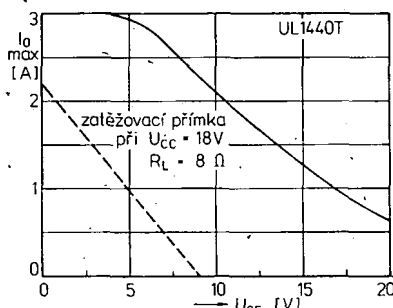
výkonu s výstupním výkonem 10 W, určený pro rozhlasové a televizní přijímače, magnetofony, gramofony a malé zesilovače. Vnitřní elektrické zapojení obvodu je na obr. 100. Součástka je v plastickém pouzdře CE82 s dvěma vývody profilovanými do čtyř řad a středními širokými rovnými vývody, které slouží jako chladič vývod. Při plném zatížení obvodu se musí k chladičím vývodům připojit potřebný chladič. K tomu slouží upevňovací otvory o \varnothing 3,5 mm v chladičích vývodech. Přímým ekvivalentem obvodu UL1440T je výrobek TCA940N italského výrobce SGS-ATES.

Vývody: 01 – připoj napájecího napětí U_{CC} , 02, 03 – nepoužívat, 04 – zpětná vazba typu „bootstrap“, 05 – kmitočtová kompenzace, 06 – záporná zpětná vazba, 07 – potlačení zvlnění napájecího napětí, 08 – vstup, 09 – substrát, spojuje se zemí, 10 – zem, 11 – nepoužívat, 12 – výstup.

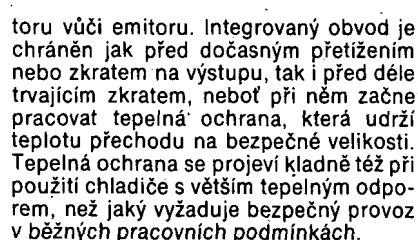
Činnost obvodu je velmi podobná činnosti dále popsaného integrovaného zesilovače UL1481P. Obvod je vybaven tepelnou ochranou před přetížením a obvodem pro omezení výstupního proudu, které zabezpečují integrovaný obvod před zničením při zkratu na výstupu.

Výhodou obvodu UL1440T je shodné zapojení vývodů s integrovanými zesilovači UL1481T, TBA810AS či MBA810AS, takže případná záměna součástek je oboustranně možná po malých úpravách vnějších součástek, i když výstupní výkon bude odlišný.

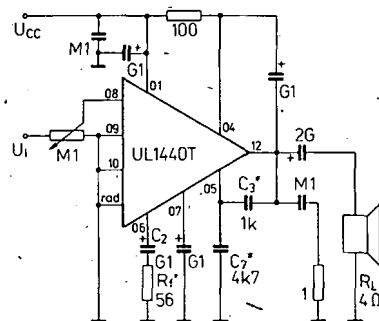
Velmi zajímavý je u IO UL1440T obvod pro omezení proudu výstupních tranzistorů. Na obr. 101 je závislost maximálního výstupního proudu na napětí kolek-



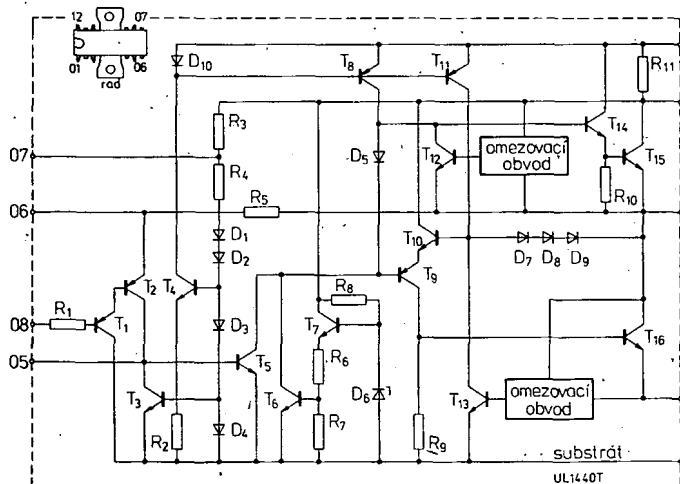
Obr. 101. Závislost maximálního výstupního proudu na napětí kolektor–emitor každého výstupního tranzistoru UL1440T



Zapojení zesilovače výkonu s integrovaným obvodem UL1440T je na obr. 102.



Obr. 102. Doporučené zapojení nf zesilovače výkonu 10 W UL1440T



Obr. 100. Vnitřní elektrické zapojení.
UL1440T

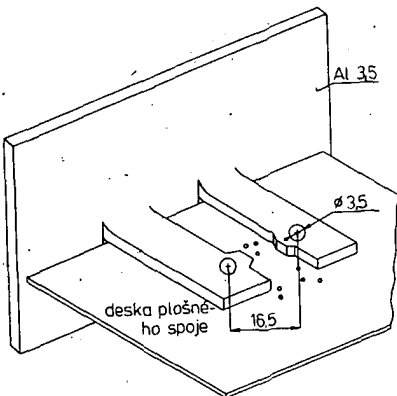
Elektrické údaje UL1440T

Mezní údaje	
Napájecí napětí U_{CC} :	6 až 24 V.
Výstupní proud I_O :	max. 3 A.
Rozsah pracovní teploty okolí θ_a :	-25 až +70 °C.
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-40 až +150 °C.
Charakteristické údaje	
Výstupní výkon P_O	
$(U_{CC} = 20 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, k = 10 \%, f = 1 \text{ kHz})$:	10 W.
$(U_{CC} = 18 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, k = 10 \%, f = 1 \text{ kHz})$:	9 W.
$(U_{CC} = 20 \text{ V}, R_L = 8 \Omega, k = 10 \%, f = 1 \text{ kHz})$:	6,5 W.
Zkreslení k	
$(U_{CC} = 18 \text{ V}, P_O = 50 \text{ mW až } 5 \text{ W}, f = 1 \text{ kHz}, R_L = 4 \Omega)$:	0,3 %.
Napěťový zisk A_u	
$(U_{CC} = 18 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, f = 1 \text{ kHz}, R_f = 56 \Omega)$:	34 až 40 dB.
Šířka přenašeného pásma, BW	
$(U_{CC} = 18 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, C_3 = 1000 \text{ pF})$:	40 až 20 000 Hz.
Potlačení zvlínění SVR	
$(U_{CC} = 24 \text{ V}, R_L = 4 \Omega, f_{zvlínění} = 100 \text{ Hz})$:	45 dB.
Vstupní napětí pro plné vybuzení; U_i :	$\geq 250 \text{ mV}$.
Vstupní odpor R_i :	5 M Ω .

Zatěžovací impedance R_L je připojena k výstupu přes elektrolytický kondenzátor 2000 μ F. Výstupní výkon a ostatní parametry zesilovače jsou v tabulce elektrických údajů. Kapacity kondenzátorů C_3 a C_7 jsou voleny pro optimální šířku přenášeného pásma. Kondenzátor C_7 se jinak zpravidla volí přibližně pětikrát větší než C_3 , tedy $C_7 = 5C_3$. Pro jiné horní mezní kmitočty lze volit C_3 a R_1 takto:

$f_h = 10 \text{ kHz}$:	$C_3 [\mu\text{F}]$	950	1600	1900	2500
	$R_1 [\Omega]$	20	40	56	100
$f_h = 20 \text{ kHz}$:	$C_3 [\mu\text{F}]$	400	800	1000	1400
	$R_1 [\Omega]$	20	40	56	100

Ztrátový výkon přeměněný v integrovaném obvodu v teplo musí se odvést ze součástky chladičem z hliníkového plechu $80 \times 50 \text{ mm}$ a tloušťkou 3,5 mm (obr. 103). V hliníkové desce se vyříznou dva jazyky, které se „vyhnou“ do pravého úhlu. Do vyvrtaných děr o $\varnothing 3,5 \text{ mm}$ se připevní integrovaný obvod. K lepšímu odvodu tepla je vhodné styčné plechy chladiče a integrovaného obvodu potřítk silikonovou vazelinou. Chladič současně slouží jako držák desky s plošnými spoji zesilovače.



Obr. 103. Chladičí držák UL1440T

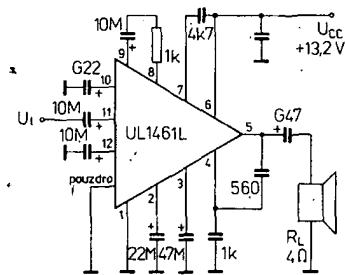
Nizkofrekvenční zesilovač výkonu 3 W s předzesilovačem, UL1461L

Integrovaný obvod UL1461L je analogový obvod, sdružující nf. předzesilovač napětí a zesilovač výkonu 3 W, vhodný pro nf. zesilovací stupně v rozhlasových přijímačích napájených ze sítě, v autorádiích, nf. zesilovačích a jiných elektronických přístrojích pro spotřební účely.

Vnitřní elektrické zapojení obvodu je na obr. 104. Zesilovač je v kovovém pouzdře CE51 s dvanácti kolíkovými vývody (upravené pouzdro TO-3). Obvod nemá žádnou známou obdobu jiných zahraničních výrobců.

Vývody: 1 – zemnicí bod koncového stupně předzesilovače (vývod není spojen s pouzdrem), 2 – blokování napájení, 3 – záporná zpětná vazba zesilovače, 4 – kmitočtová kompenzace, 5 – výstup zesilovače, 6 – napájení zesilovače, 7 – útlum oscilací, 8 – vstup zesilovače, 9 – výstup předzesilovače, 10 – napájení předzesilovače, 11 – vstup předzesilovače, 12 – zpětná vazba předzesilovače.

Integrovaný obvod UL1461L je charakterizován možnostmi úprav průběhu kmitočtové charakteristiky v rozsahu dolních kmitočtů vhodnou volbou zatěžovacího odporu a kapacity vazebního kondenzátoru, kterým se připojuje reproduktor k výstupu zesilovače. V rozsahu horních kmitočtů lze upravit průběh přenosové charakteristiky volbou kapacity konden-



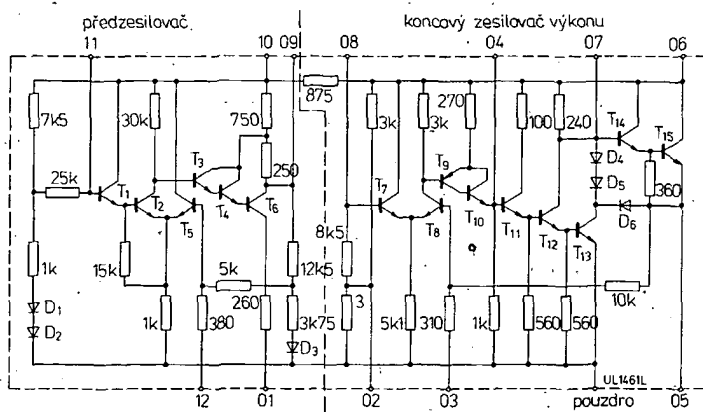
Obr. 105. Doporučené zapojení nf. předzesilovače a zesilovače výkonu 3 W s UL1461L

zátorů připojených k vývodu 4. Kapacity těchto kondenzátorů jsou v doporučeném zapojení voleny pro optimální přenášené kmitočtové pásmo.

Doporučené zapojení úplného nf. zesilovače s UL1461L je na obr. 105. Jeho parametry jsou shodné s charakteristic-

Elektrické údaje UL1461L

Mezní údaje		
Napájecí napětí U_{CC} :	8 až 17 V.	
Výstupní proud I_O :	max. 1,5 A.	
Ztrátový výkon P_{tot} bez chlazení:	max. 2 W.	
s chladičem Al $100 \times 100 \times 1 \text{ mm}$:	max. 5 W.	
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :	-25 až +70 °C.	
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-40 až +125 °C.	
Charakteristické údaje	Jmen.	Min. – max.
Klidový napájecí proud I_{CCQ} ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $U_i = 0 \text{ mV}$):	35	≤ 60 mA.
Vstupní napětí U_i předzesilovače:	0,1 až 1,5 mV.	
Vstupní napětí U_i zesilovače výkonu:	20 až 100 mV.	
Výstupní výkon P_O ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$, $k = 10 \%$):	3	W.
Zkreslení k ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$, $P_O = 1 \text{ W}$):	0,6	≤ 1,3 %.
Šířka přenášeného pásma, BW ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$):	100	≥ 20 kHz.
Napěťový zisk A_u ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$) celého obvodu:		59 až 71 dB.
předzesilovače:	35	dB.
zesilovače výkonu:	30	dB.
Vstupní odpor R_i ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$) předzesilovače:	15	k Ω .
zesilovače výkonu:	8	k Ω .
Výstupní odpor R_O ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$) předzesilovače:	20	Ω .
zesilovače výkonu:	0,45	Ω .
Účinnost ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$):	50	%.
Šumové napětí na výstupu U_{ON} ($U_{CC} = 13,2 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, vstup spojen se zemí):		≤ 10 mV.

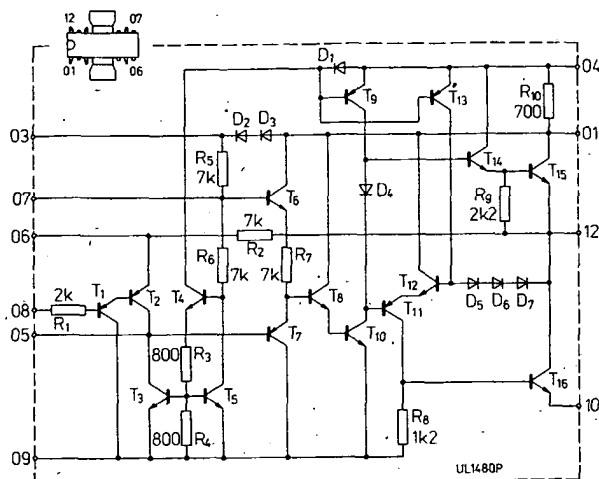


Obr. 104. Vnitřní elektrické zapojení UL1461L

kými údaji v tabulce. Při vybuzení zesilovače na výstupní výkon 3 W a při napájecím napětí 13,2 V odebírá zesilovač proud 450 mA. Použije-li se větší napájecí napětí zvětšuje se jak odebíraný proud zesilovače při plném vybuzení, tak i klidový proud. Při napájecím napětí 16 V je klidový proud 40 mA, při 18 V 45 mA. Malý součinitel zkreslení 0,6 % výstupního signálu je v rozsahu výstupního výkonu 0,7 až 2,6 W. Při menším a větším výkonu se zkreslení zvětšuje (při $P_O = 0,1 \text{ W}$ je zkreslení 1,8 %, při 3,5 W asi 10 %). Při napětí 16 V a zkreslení 10 % je výstupní výkon zesilovače (informativně) 4,8 W.

Nizkofrekvenční zesilovač výkonu 5 W, UL1480P

Integrovaný obvod UL1485 je monolitický integrovaný zesilovač středního vý-



Obr. 106. Vnitřní elektrické zapojení UL1480P

konu, který může odevzdat výstupní výkon 2,5 W (použije-li se měděná fólie jedné strany desky s plošnými spoji jako dodatekový chladič, odevzdá obvod výstupní výkon 5 W). Zesilovač pracuje ve třídě B s účinností až 70 % při napájecím napětí 24 V a zatěžovací impedanci 16 Ω. Předností obvodu je široký rozsah pracovních napětí (5 až 30 V), při nichž obvod spolehlivě pracuje. Obvod se používá především v koncových zesilovačích zvuku v televizních přijímačích. Vnitřní elektrické zapojení obvodu UL1480P je na obr. 106. Součástka je v pouzdře CE74 z plastické hmoty s 2 × šesti vývody tvarovanými do čtyř řad a středními širokými páskovými vývody, které slouží jako chladiče. Přímým zahraničním ekvivalentem obvodu UL1480P je výrobek francouzské firmy Thomson-CSF TBA800 a stejně označené výrobky jiných výrobců (AEG-Telefunken, SGS-ATES apod.).

Vývody: 01 – připoj napájecího napětí 02 – nepoužívat, 03 – napájecí napětí U_{CC} , 04 – zpětná vazba typu „bootstrap“, 05 – kmitočtová kompenzace, 06 – zpětná vazba, 07 – potlačení zvlnění napájecího napětí, 08 – vstup, 09 – substrát, zem, 10 – zem, 11 – nepoužívat, 12 – výstup.

Integrovaný obvod UL1480P sdružuje čtyři hlavní funkční skupiny – vstupní stupeň, obvod automatické rovnováhy, budicí stupeň a koncový zesilovač. Vstupní stupeň tvoří tranzistory T_1 a T_2 v Darlingtonově zapojení, což umožňuje získat velké proudové zesílení a velkou vstupní impedanci. Navíc (vzhledem k 0 V na bázi tranzistoru T_1) se může zdroj signálu připojit na vstup bez použití vazebního kondenzátoru, což zmenšuje jednak počet použitých vnějších součástek, jednak šum na nízkých kmitočtech. Napěťové zesílení stupně je velké též v důsledku zatížení tranzistoru T_2 proudovým zdrojem, paralelně připojeným ke vstupní impedanci následujícího stupně.

Integrovaný obvod UL1480P pracuje v širokém rozsahu napájecích napětí (5 až 30 V) s malým zkreslením díky použití obvodu automatické rovnováhy – tedy obvodu automatického řízení stejnosměrné složky výstupního napětí na $U_{CC}/2$. Proud I , který protéká odporem R_2 , je větší než proud protékající kolektorem tranzistoru T_5 , proto

$$I > I_{C T5} \text{ nebo též } I = p I_{C T5}$$

kde

$$p = \frac{1}{h_{21E2}} \text{ (blíží se 1).}$$

Bude-li na vývodu 12 stejnosměrná složka výstupního napětí $U_{O(CC)}$, bude napětí báze-emitor U_{BE} tranzistorů T_1 a T_2

$$U_{O(CC)} = I R_2 + 2 U_{BE}.$$

Při napájecím napětí U_{CC} bude

$$U_{CC} = I_{C T5} (R_5 + R_6) + 3 U_{BE}.$$

Odtud lze odvodit

$$I_{C T5} = \frac{U_{CC} - 3 U_{BE}}{R_5 + R_6} = \frac{U_{CC} - 3 U_{BE}}{2 R}$$

protože $R_2 = R_5 = R_6 = R$.

Proto platí vztah

$$U_{O(CC)} = 2 U_{BE} + p \frac{U_{CC} - 3 U_{BE}}{2} = \frac{U_{CC} + U_{BE}}{2}$$

z něhož je patrné, že stejnosměrná složka střídavého výstupního napětí $U_{O(CC)}$ je pro každé napájecí napětí U_{CC} blízká $U_{CC}/2$.

Budicí stupeň tvoří tranzistory T_6 , T_8 a T_{10} . Tranzistor T_6 pracuje v zapojení se společným kolektorem, takže nezatěžuje předcházející obvod. Tranzistor T_8 slouží k udržení klidového napětí kolektor-emitor $U_{CE} = U_{BE}$, proto je rovněž zapojen se společným kolektorem. Tranzistor T_{10} , pracující se společným emitorem, je zatížen proudovým zdrojem (tranzistor T_9) paralelně ke vstupní impedanci koncového stupně a má velké napěťové zesílení. Použití tranzistoru T_9 jako proudového zdroje zmenšuje vliv změn napájecího napětí U_{CC} na klidový proud koncového stupně.

Koncový stupeň je kvazikomplementární, pracuje ve třídě AB, jeho koncové tranzistory T_{15} a T_{16} jsou řízeny doplňkovou dvojicí tranzistorů T_{11} a T_{14} (obraceč fáze).

K získání velké dynamiky kladné půlvlny signálu využívá integrovaný obvod zapojení „bootstrap“ (vývody 12, 04). V těchto podmínkách se omezuje ztráta napětí pouze na saturační napětí tranzistoru T_{15} . Ztráta napětí záporných půlvln signálu se zmenšuje jen o saturační napětí tranzistoru T_{16} díky diodám D_5 , D_6 , D_7 .

Klidový proud koncového stupně, nezbytný k potlačení zkreslení při malém budicím napětí, je jen asi 2 mA. Závisí hlavně na proudových zdrojích v obvodech tranzistorů T_{10} , T_{11} a vlastním zapojení tranzistorů T_{14} , T_{15} a diod D_4 až D_7 . Z ekonomických důvodů se nemusí případně použít obvod „bootstrap“ (vnější elektrolytický kondenzátor). V tomto pří-

padě je úbytek napětí kladné půlvlny vstupního signálu

$$U_{(+)} = U_{BE15} + U_{BE14} + U_{CE sat 15}$$

záporné půlvlny

$$U_{(-)} = U_{CE sat 16}.$$

Pro stejné omezování obou půlvln signálu musí být stejnosměrná složka výstupního signálu

$$U_{O(CC)} \approx \frac{U_{CC} + U_{BE}}{2} - U_{BE} =$$

Má-li se tato podmínka splnit, musí se oddělit vývod 01 a 03 a integrovaný obvod UL1480P se musí napájet jen ze strany vývodu 01.

Vnější člen C_1 , R_1 tvoří zpětnou vazbu a rozhoduje o zesílení a citlivosti. Závislost vstupního napětí U_1 a napěťového zisku A_u na odporu R_1 je v tabulce (platí pro $P_0 = 5$ W při $f = 1$ kHz):

R_1 [Ω]	10	40	56	80	120	130
A_u [dB]	500	180	130	80	40	38
U_1 [mV]	15	50	70	100	160	185

Údaje v tabulce umožňují volit R_1 pro požadované pracovní podmínky. Dolní mezní kmitočet zesilovače f_d závisí na R_1 , R_L , C_1 a C_7 . Je-li splněna podmínka

$$R_1 C_1 > R_L C_7,$$

závisí dolní kmitočet pouze na R_L a C_7 takto:

f_d [Hz]	R_L [Ω]	C_7 [μF]	R_L [Ω]	C_7 [μF]	R_L [Ω]	C_7 [μF]
10	15	1000	–	–	–	–
20	15	530	8	1000	–	–
40	15	250	8	470	4	1000
60	15	170	8	300	4	600
100	15	110	8	200	4	400

Horní mezní kmitočet f_h závisí především na kondenzátoru C_3 a odporu R_1 (kondenzátor C_3 a C_7 slouží ke kompenzaci v oblasti horní části přenosového pásma):

f_h [kHz]	R_1 [Ω]	C_7 [pF]	R_1 [Ω]	C_7 [pF]	R_1 [Ω]	C_7 [pF]
5	10	350	30	900	60	1200
10	10	170	30	400	60	600
10	–	–	–	–	100	900
20	10	90	30	200	60	350
20	–	–	–	–	100	500

Ostatní použité součástky:

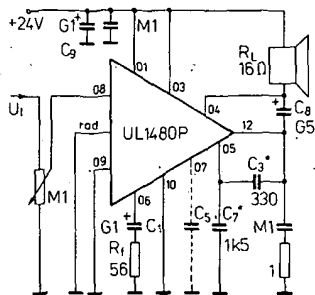
C_8 – kondenzátor tvoří obvod vazby „bootstrap“, která dovoluje maximální vybuzení koncových tranzistorů při kladných půlvlnách vstupního signálu,

C_5 – kondenzátor spolu s odporem 7 kΩ (uvnitř obvodu) mezi vývody 03 a 07 tvoří filtr napájecího napětí,

C_9 – elektrolytický kondenzátor vyhlazuje zbytkové zvlnění napájecího napětí.

Doporučená zapojení

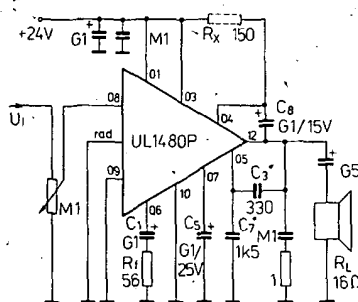
Nizkofrekvenční zesilovač výkonu s UL1480P podle obr. 107 pracuje se zatěžovacím odporem připojeným mezi kladný pól napájecího napětí a výstup. Zapojení vyžaduje málo vnějších součást-



Obr. 107. Doporučené zapojení nf zesilovače s UL1480P se zátěží připojenou ke kladnému pólu napájecího zdroje

tek a může pracovat i při malém napájecím napětí. Technické údaje zesilovače jsou shodné s elektrickými údaji v tabulce.

Zapojení zesilovače podle obr. 108 je vhodné především pro případy, kdy se zesilovač napájí větším napětím. Vývod 03 může zůstat nezapojen, pak diody D_2 , D_3



Obr. 108. Doporučené zapojení nf zesilovače s UL1480P

(viz vnitřní elektrické zapojení) upraví výstupní signál do symetrického tvaru. Předností zapojení je malé zkreslení (prům. 0,5 %) až do výstupního výkonu

3,3 W, při výkonu do 5 W se zkreslení zvětší až na 10 %. Výstupní výkon silně závisí jak na napájecím napětí, tak na zatěžovacím odporu. Při zatěžovacím odporu 16 Ω platí dále uvedené údaje, při odporu 8 Ω a napájecím napětí 18 V je výstupní výkon 3,5 W při zkreslení 10 %.

Technické údaje:

Napájecí napětí U_{CC} : 24 V.

Klidové napětí U_{CO} (vývod 12): 12 (11 až 13 V).

Klidový proud I_{CCQ} (vývod 01): typ. 9, \approx 20 mA.

Vstupní proud I_i (vývod 08): typ. 1, \approx 5 μ A.

Výstupní výkon P_o při $k = 10$ %: typ. 5, \approx 4,4 W.

Citlivost S pro $P_o = 5$ W: 80 mV.

Vstupní odpor R_i : 5 M Ω .

Přenášené pásmo (-3 dB) ($C_3 = 330$ pF): 40 až 20 000 Hz.

Nelineární zkreslení k v rozsahu $P_o = 50$ mW až 2,5 W: 0,5 %.

Napětový zisk A_u uzavřené smyčky zpětné vazby: typ. 42, 39 až 45 dB.

Napětový zisk A_{uo} otevřené smyčky zpětné vazby: 80 dB.

Účinnost η při $P_o = 4$ W: 70 %.

Integrovaný obvod UL1480P se může používat též se zatěžovacím odporem připojeným k výstupu přes elektrolytický kondenzátor (druhým koncem k zemi) a se zavedenou zpětnou vazbou typu „bootstrap“ podle obr. 109. Zpětnovazební kondenzátor C_6 zajišťuje stejnou charakteristiku, jako má zesilovač podle obr. 108. Může však pracovat i s malým napájecím napětím. Při malém napájecím napětí v rozsahu 9 až 14 V se musí použít odpor $R_x = 150 \Omega$, připojený mezi vývody 01 a 04. V obou zesilovačích podle obr. 109 a 110 se dosáhne výborné filtrace zbytku zvinění napájecího napětí, připojili se elektrolytický kondenzátor C_5 (10 až 100 μ F/15 V) mezi vývod 07 a zem.

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

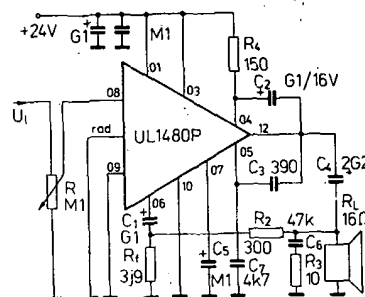
Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .

Nf zesilovač výkonu podle obr. 110 se odlišuje od předcházejícího způsobem zavedení vnější zpětné vazby odporem R_2 .



Obr. 109. Doporučené zapojení nf zesilovače s UL1480P se zpětnou vazbou „bootstrap“

Výsledkem je nezávislost napětového zesílení zesilovače na výrobních rozptylech UL1480P. Lze to objasnit takto: Obvod zpětné vazby u zesilovače podle obr. 108 lze zjednodušit pomocí náhradního obvodu na jediný vnitřní odpor R_i , připojený k vývodu 06 a 12. K vývodu 06 je připojen obvyklý člen C_1R_1 . V tomto případě je napětové zesílení

$$A_u = 1 + \frac{R_i}{R_1} \approx \frac{R}{R_1}$$

kde R je odpor zpětné vazby uvnitř obvodu s rozptylem ± 30 % od jmenovité hodnoty.

Napětové zesílení zesilovače podle obr. 110 s vnějším odporem R_2 je

$$A_u = \frac{RR_2}{R_i(R + R_2)}$$

Je-li $R_2 \ll R$ (v našem případě $R_2 = 300 \Omega$, $R = 7 \text{ k}\Omega$), bude

$$A_u = \frac{R_2}{R_i}$$

takže A_u nezávisí na vnitřním odporu R_i .

Technické údaje:

Napájecí napětí U_{CC} : 24 V.

Klidový proud I_{CCQ} : 11 mA.

Proud I_{CC} pro vybuzení na $P_o = 4,5$ W: 320 mA.

Výstupní výkon P_o při $k = 10$ %: 4,5 W.

Citlivost S při $P_o = 4,5$ W: 115 mV.

Vstupní odpor R_i : 100 k Ω .

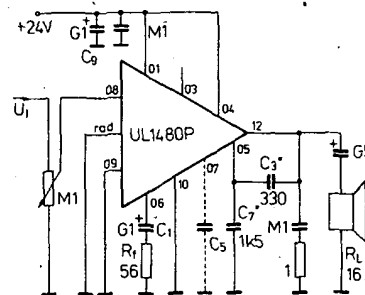
Přenášené pásmo (-3 dB) ($C_3 = 390$ pF): 9 až 60 000 Hz.

Nelineární zkreslení k v rozsahu $P_o = 0,4$ až 2,5 W: 0,5 %.

Napětový zisk A_u uzavřené smyčky zpětné vazby: 38 dB.

Účinnost při $P_o = 4,5$ W: 60 %.

UL1480P se chladí v podstatě stejným způsobem jako obvody UL1481P, UL1481T (viz dále).



Obr. 110. Doporučené zapojení nf zesilovače s UL1480P s odlišnou zpětnou vazbou

Elektrické údaje UL1480P

Mezní údaje			
Napájecí napětí U_{CC} (vývod 01, 03):			5 až 30 V.
Výstupní proud I_O (vývod 12):			max. 1,5 A.
Charakteristické údaje			
Klidový proud I_{CCQ} (vývod 01, 03)		Jmen.	Min.–max.
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $U_I = 0\text{ V}$):			$\cong 20\text{ mA}$.
Výstupní výkon P_O			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $R_L = 16\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $k = 10\%$):		5	W.
Vstupní předpětový proud I_{IB} (vývod 08)			$\cong 5\ \mu\text{A}$.
($U_{CC} = 24\text{ V}$):			
Zkreslení k			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $P_O = 50\text{ mW}$ až $2,5\text{ W}$, $R_L = 16\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_f = 56\ \Omega$):		0,5	%.
Napětový zisk A_{U0} otevřené smyčky			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $R_L = 16\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$):		80	dB.
Napětový zisk $A_{U\omega}$ uzavřené smyčky			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $R_L = 16\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_f = 56\ \Omega$):			39 až 45 dB.
Šířka přenášeného pásma, BW			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $C_3 = 330\text{ pF}$, $R_L = 16\ \Omega$, $R_f = 56\ \Omega$):			40 až 20 000 Hz.
Vstupní napětí U_I (citlivost – vývod 08)			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $R_L = 16\ \Omega$, $P_O = 5\text{ W}$, $R_f = 56\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$):		80	mV.
Vstupní odpor R_i (vývod 08):		5	M Ω .
Potlačení zvlnění, SVR			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $R_L = 16\ \Omega$, $C_5 = 100\ \mu\text{F}$, f zvlnění = 100 Hz):		38	dB.
Vstupní šumové napětí U_{IN} (vývod 08)			
($U_{CC} = 24\text{ V}$, $R_G = 0$, $BW = 40$ až 20 000 Hz):		5	μV .

Nízkofrekvenční zesilovač výkonu 5 W, UL1481P, UL1481T

Integrovaný obvod UL1481P, UL1481T je nf zesilovač výkonu se ztrátovým výkonem 5 W a vnitřní tepelnou ochranou před přetížením. Obvod je určen jako nf zesilovač výkonu v rozhlasových a televizních přijímačích, gramofonech, magnetofonech, v nf zesilovačích středního výkonu a ve snímkových vychylovacích obvodech černobílých televizních přijímačů s malým rozměrem stínítka obrazovky. Vnitřní elektrické zapojení je na obr. 111. Součástka UL1481P je v plastickém pouzdru CE74 s 2× šesti vývody, tvarovanými do čtyř řad, a bočními tvarovanými širokými vývody, UL1481T v pouzdru CE82 s rovnými páskovými vývody s děrami o \varnothing 3,5 mm k přišroubování ke chladicí ploše. Radiátory se připájejí nebo jinak spojí se zemí jedné strany desky s plošnými spoji. Přímým ekvivalentem obvodu UL1481P je výrobek Thomson-CSF TBA810S, obvodu UL1481T typ, příp. stejné označené součástky jiných výrobců.

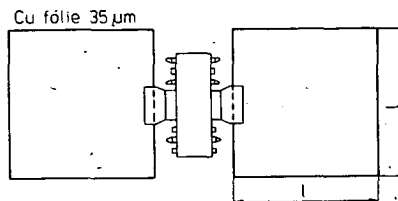
Tepelný odpor přechod-okolí má přímý vliv na ztrátový výkon součástek v provozu. Pokud jsou střední široké páskové vývody připájeny na fólii desky s plošnými spoji, je odpor R_{thja} max. 70 K/W. Zmenšit tento odpor lze připájením pásek k větší ploše měděné fólie (např. podle návrhu na obr. 112). V tomto případě se doporučuje použít oboustranně plátovanou desku. Pro chlazení integrovaného obvodu se použije jedna strana fólie (neleptaná), která se uzemní. Známe-li plochu fólie, vypočteme tepelný odpor R_{thja} podle obr. 113.

Vnitřní elektrické zapojení obvodu lze rozdělit do těchto funkčních skupin – vstupní stupeň, předzesilovač se symetrickým členem, koncový stupeň s tepelnou ochranou před přetížením. Ve vstupním stupni pracují dva tranzistory T_1 (p-n-p) a T_4 v Darlingtonově zapojení. K tomu, aby protékal proud báze T_1 , musí se galvanicky spojit vstupní vývod (č. 08) se zemí.

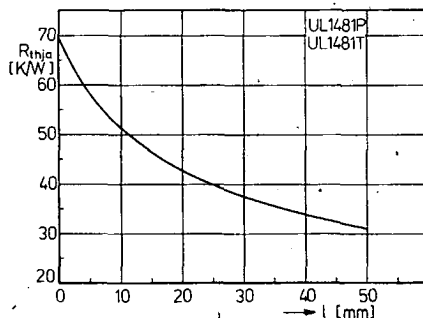
Střídavé napětí na emitoru tranzistoru T_4 (vývod 06) je přibližně rovno vstupnímu signálu. Za předpokladu, že k vývodu 06 je připojen vnější člen Z_i , doplňující obvod záporné zpětné vazby (C_2 a R_1 na obr. 114 a 115), lze vypočítat napěťové zesílení obvodu s uzavřenou smyčkou.

$$A_u \approx \frac{Z_i + R_6}{Z_i} = 1 + \frac{R_6}{Z_i} \quad (1)$$

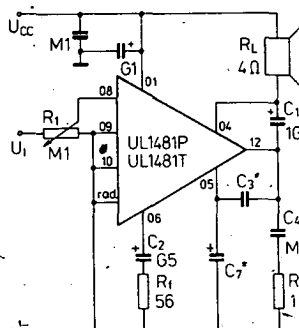
Vztah platí, je-li napěťové zesílení obvodu s otevřenou smyčkou záporné zpětné vazby velmi velké. Tranzistor T_2 slouží



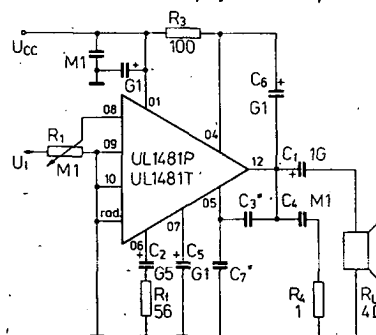
Obr. 112. Návrh úpravy chladicího vývodu obvodu UL1481P



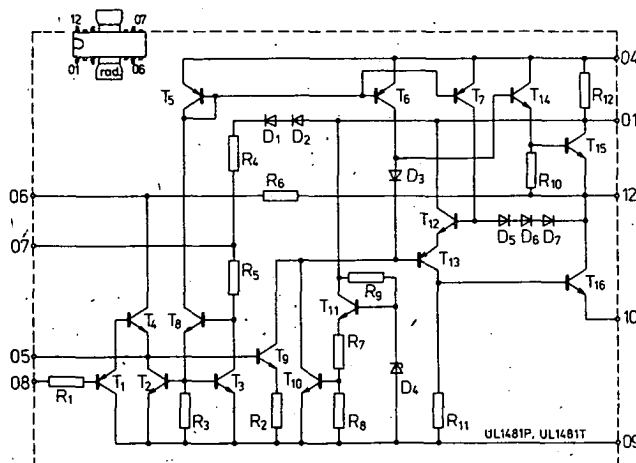
Obr. 113. Tepelný odpor přechod-okolí UL1481P v závislosti na ploše chladíče (podle obr. 112)



Obr. 114. Zapojení nf zesilovače s UL1481P, UL1481T se zátěží připojenou ke kladnému napájecímu napětí



Obr. 115. Zapojení nf zesilovače s UL1481P, UL1481T se zátěží připojenou na zem



Obr. 111. Vnitřní elektrické zapojení UL1481P, UL1481T

jako dynamická zátěž tranzistoru T_4 (proudový zdroj). Signál z kolektoru T_4 se přivádí na bázi tranzistoru T_5 , který řídí koncový stupeň.

Napájecí napětí obvodu se přivádí na vývod 01. Protože stejnosměrné napětí na bázi tranzistoru T_8 je $2U_{BE}$ a $R_5 = R_4$, je proud protékající tranzistorem T_3 (proud báze je přitom zanedbatelný)

$$I_{T3} \approx \frac{U_{CC} - 4U_{BE}}{2R_5} \approx \frac{U_{CC}}{2} - \frac{2U_{BE}}{R_5}$$

Obdobně protéká proud tranzistory T_2 , T_4 , odpor R_6 se rovná R_5 a R_4 . Odtud lze vypočítat stejnosměrnou složku napětí na výstupu (vývod 12)

$$U_0 \approx 2U_{BE} + I_{T2} R_6 \approx \frac{U_{CC}}{2} \quad (2)$$

Symetizační obvod zesilovače vyžaduje na výstupu obvodu stejnosměrnou složku napětí, která je přibližně $U_{CC}/2$, což potvrzuje výsledky měření.

Proud protékající tranzistory T_8 a T_5 je při pokojové teplotě okolí

$$I_{T8} \approx \frac{U_{BE}}{R_3} \approx 0,8 \text{ mA}$$

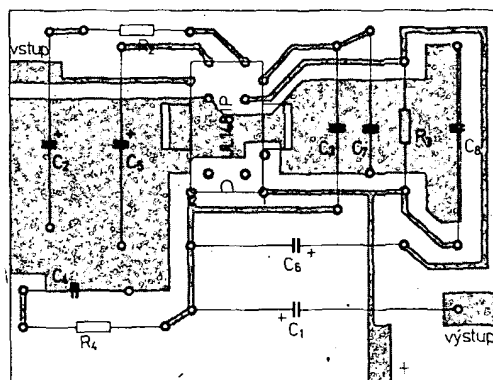
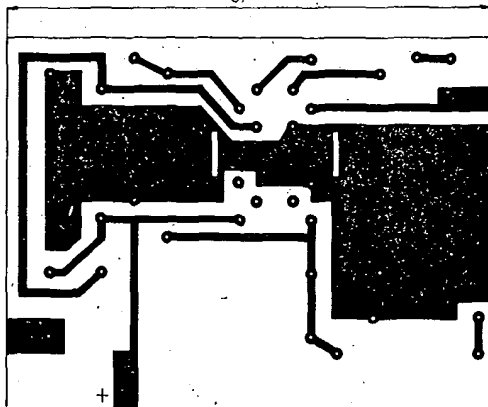
Protože tranzistor T_8 pracuje v proudovém zdroji, závisí tento proud jen nepatrně na napájecím napětí a pracovní teplotě. Tranzistor T_5 je tepelně kompenzován napěťovým zdrojem, který napájí báze tranzistorů T_6 a T_7 , pracujících jako proudové zdroje pro předpětí koncového stupně. Na vývod 04 je vyvedena zpětná vazba typu „bootstrap“, takže napětí na emitorech tranzistorů T_5 , T_6 a T_7 vždy odpovídá velikosti signálu.

Koncový stupeň tvoří tranzistory T_{14} , T_{15} a T_{13} , T_{16} . Diody D_5 , D_6 , D_7 napájené stejnosměrným proudem asi 0,8 mA z proudového zdroje T_7 tvoří spolu s emitorovým sledovačem T_{12} napěťový zdroj, který vytváří na emitoru tranzistoru T_{13} napětí rovné $+2U_{BE}$ vzhledem k výstupnímu napětí. Je možno dokázat, že tento obvod pracuje stejně jako běžné zapojení se třemi sériově spojenými diodami, připojenými místo D_3 . Předností popisovaného obvodu je lepší přepínání koncových tranzistorů při změnách půlvin signálu, díky čemuž má zesilovač menší celkové zkreslení. To pak dovoluje zmenšit předpětíový proud koncových tranzistorů asi na 4 mA.

Tepelná ochrana před přetížením se opírá o funkci tranzistorů T_{10} a T_{11} . Tranzistor T_{11} vynucuje na bázi tranzistoru T_{10} napětí, které je při pokojové teplotě asi 350 mV. Tranzistor T_{10} slouží jako tepelné čidlo. Na čipu obvodu je umístěn poblíž koncových tranzistorů. Při běžné teplotě čipu je tranzistor uzavřen, otevírá se při teplotě asi 130 °C, přičemž svádí při dalším zvyšování teploty vstupní signál k zemi. Tento způsob jištění má své výhody před jištěním, které vzorkuje výstupní proud, v tom, že reaguje na soubor všech činitelů, způsobujících zvýšení teploty obvodu.

Doporučená zapojení

Na obr. 114 a 115 jsou příklady zapojení dvou základních zesilovačů středního výkonu s integrovaným obvodem UL1481P



Obr. 116. Návrh desky s plošnými spoji nf zesilovače podle obr. 115.

Elektrické údaje UL1481P, UL1481T

Mezní údaje			
Napájecí napětí U_{CC} :	4 až 20 V.		
Výstupní proud I_O :	max. 2,5 A.		
Výstupní proud I_{OM} vrcholový:	max. 3,5 A.		
Ztrátový výkon P_{tot} :			
$\theta_a = 25^\circ\text{C}$, bez přídavného chlazení:	max. 1,8 W.		
$\theta_a = 70^\circ\text{C}$, s ideálním chlazením:	max. 5 W.		
Tepelný odpor přechod-okolí R_{thja} (radiátory připojeny k měděné fólii desky s plošnými spoji):	max. 70 K/W.		
Tepelný odpor přechod-pouzdro R_{thjc} :	max. 12 K/W.		
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :	-25 až $+70^\circ\text{C}$.		
Rozsah skladovacích teplot θ_{stg} :	-40 až $+125^\circ\text{C}$.		
Charakteristické údaje			
($\theta_a = 25^\circ\text{C}$, $U_{CC} = 14,4\text{ V}$, $R_L = 4\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_f = 56\ \Omega$)			
Klidový proud I_{CCO} ($U_{CC} = 14,4\text{ V}$):	Jmen.	Min.-max.	
	12	$\approx 20\text{ mA}$	
Výstupní výkon P_O			
$k = 10\%$:	6	W.	
$k = 2,5\%$:	4,6	$\approx 3,5\text{ W}$	
($U_{CC} = 9\text{ V}$, $R_L = 4\ \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$)			
$k = 10\%$:	2,5	W.	
$k = 2,5\%$:	2,0	W.	
Zkreslení k			
($P_O \approx 50\text{ mW}$ až 3 W):			
	0,3	$\approx 1,5\%$	
Napěťový zisk A_u uzavřených smyčky			
zpětné vazby:			
	34 až 40 dB.		
Šířka přenášeného pásma, BW			
$C_3 = 820\text{ pF}$:	40 až 20 000	Hz.	
$C_3 = 1500\text{ pF}$:	40 až 10 000	Hz.	
Vstupní napětí U_i pro $P_O = 6\text{ W}$:			
Vstupní odpor R_i :	5	$\approx 80\text{ mV}$.	
Sumové vstupní napětí U_{IN}			
($R_G = 0$, BW = 20 až 20 000 Hz):			
	2	μV .	
Vstupní klidový proud I_{IB}			
($U_{CC} = 14,4\text{ V}$):			
		$\approx 4\ \mu\text{A}$.	
Potlačení zvlínění napájecího napětí, SVR, $f_{zvlínění} = 100\text{ Hz}$:			
	48	dB.	

nebo UL1481T, které mají zatěžovací odpor připojen k napájecímu zdroji nebo proti zemi. Zapojení se zatěžovacím odporem připojeným na napájecí napětí U_{CC} lépe využívá napájecího napětí, proto ho lze používat při napájecím napětí do 6 V. Jeho druhou předností je menší počet vnějších součástek; jeho nevýhodou je nutnost použít stabilizovaný napájecí zdroj. Zesilovač se zatěžovacím odporem připojeným k zemi se může napájet nestabilizovaným napětím. Má-li napájecí napětí zbytkovou střídavou složku s mezivrcholovou velikostí do 1 V při napětí 15 V (při vybuzení zesilovače), nezávisí zkreslení výstupního signálu na velikosti této složky za podmínky, že výstupní signál není omezen koncovým stupněm. Dosažené technické vlastnosti zesilovače v obou zapojeních jsou shodné s uvedenými charakteristickými údaji.

Funkce vnějších součástek v obou příkladech zapojení zesilovačů:
 R_1 odpor pro předpětí báze vstupního tranzistoru a řízení zesílení,
 R_1 , C_2 součástky zpětné vazby,
 C_5 vyhlazovací filtr střídavé složky napájecího zdroje,
 C_3 , C_4 , C_7 , R_4 obvod ke kompenzování kmitočtové charakteristiky zesilovače,
 C_6 kondenzátor zpětné vazby typu „bootstrap“.

Kapacity kompenzačních kondenzátorů C_3 a C_7 v závislosti na odporu R_1 jsou (za předpokladu horního přenášeného kmitočtu 20 Hz a při $C_7 = (3 \text{ až } 5) C_3$:

$R_1 [\Omega]$	20	50	100	200	350
$C_3 [\text{pF}]$	470	800	1000	1600	1800

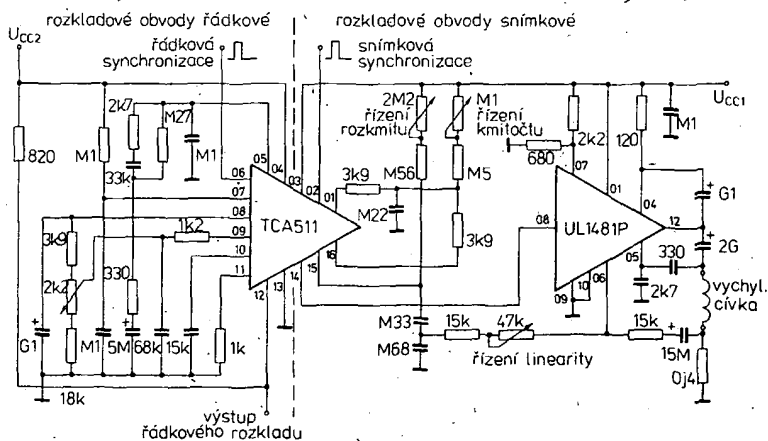
Na obr. 116 je návrh desky s plošnými spoji nf zesilovače s integrovaným obvodem UL1481P podle zapojení na obr. 115 s pracovní zatěžovací impedancí připojenou na zem. Druhá strana desky s plošnými spoji je využita jako chladič integrovaného obvodu. Řídící potenciometr R_1 je mimo desku se spoji.

Integrovaný obvod UL1481P, UL1481T spolu s obvodem TCA511 SGS-Ates lze použít v zapojení podle obr. 117 jako vychylovací obvod v černobílých televiz-

ních přijímačích s obrazovkou o úhlopříčce 31 cm a vychylovacím úhlem 110° (např. typu A31-120W). Integrovaný obvod TCA511 pracuje jako rozkladový obvod řádkového vychylování a řídí UL1481P/T, který pracuje jako rozkladový obvod snímkového vychylování. Potenciometry 2,2 M Ω , 100 k Ω a 46 k Ω slouží k řízení rozkmitu, kmitočtu a linearity snímkového vychylování.

Dosažené technické vlastnosti

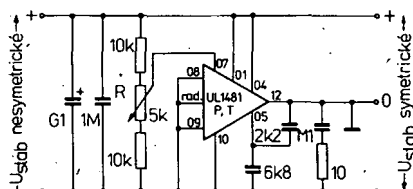
Napájecí napětí U_{CC} : 11 V.
 Vychylovací proud I_V snímkového rozkladu
 (mezivrcholová velikost): 1,5 A.



Obr. 117. Zapojení vychylovacího obvodu s UL1481P (T) a TCA511 v černobílých televizních přijímačích s malou obrazovkou

Výkon dodávaný P_V do vychylovací cívky
snímkového rozkladu: 0,47 W.
Doba t zpětného běhu: 1 ms.
Ztrátový výkon P_{tot} UL1481P/T: 1,8 W.

Máme-li k dispozici nesymetrický stabilizovaný zdroj stejnosměrného napětí, který nemá uzemněn některou z výstupních svorek (tj. takový zdroj, u něhož můžeme uzemnit podle potřeby +, - nebo žádný výstupní vývod), můžeme pomocí integrovaného obvodu UL1481P, UL1481T konstruovat napájecí zdroj se dvěma symetrickými napětími - kladným a záporným napětím proti nule (kostře přístroje). Zapojení zdroje je na obr. 118. Kostra nesymetrického stabilizovaného



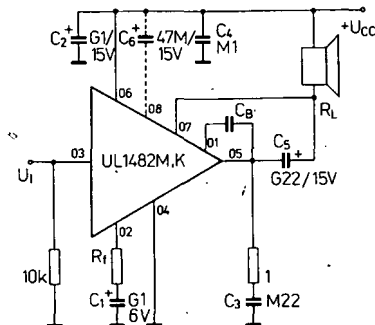
Obr. 118. Návrh zapojení obvodu pro symetrický zdroj dvou napětí s UL1481P, UL1481T

zdroje je spojena s obvodem. Kostra napájecího obvodu je připojena k vývodu 12 integrovaného obvodu UL1481. Potenciometr P_1 slouží k nastavení symetrie kladného a záporného výstupního napětí (podobně lze symetrizovat i zesilovač výkonu).

Dosažené technické údaje (platí při teplotě 25 °C)

Napájecí napětí U_{CC} : 6 až 16 V.
Výstupní odpor R_{O+} mezi výstupem kladného napětí (+ pól) a zemí: $\approx 0,5 \Omega$.
Výstupní odpor R_{O-} mezi výstupem záporného napětí (- pól) a zemí: $\approx 0,3 \Omega$.
Maximální přípustný odběr proudu při nesymetrickém zatížení (mezi vývody země a + pólem nebo země a - pólem): 400 mA.
Výstupní napětí U_O
kladné: $+U_{CC}/2$ V,
záporné: $-U_{CC}/2$ V.
Upozornění!

Vzhledem k trvalému zatížení výstupních tranzistorů integrovaného obvodu UL1481P a v tomto případě neobvyklých



Obr. 119. Zapojení nf zesilovače 2 W s UL1482K, UL1482M a zátěží připojenou ke kladnému napájecímu napětí

pracovních podmínek, při nichž není vždy možné zajistit bezporuchový chod, doporučuje se použít integrovaný obvod nepřetěžovat.

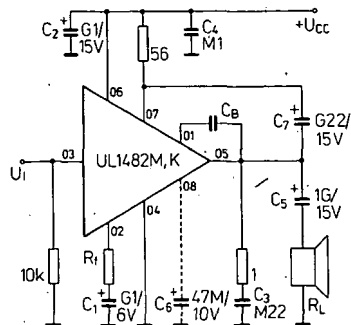
Nízkofrekvenční zesilovač 2 W, UL1482K

Integrovaný obvod UL1482K je nf zesilovač malého výkonu, pracující ve třídě B v poměrně širokém rozsahu napájecích napětí (3 až 16 V). Předností obvodu je malý klidový napájecí proud, možnost změnit vstupní citlivost pro maximální výstupní výkon, malé zkreslení harmonickými a malý tepelný odpor přechod-okolí (80 K/W). Elektrické zapojení vývodů je shodné s integrovaným obvodem UL1482M. Přímým ekvivalentem obvodu UL1482K je výrobek TBA820 výrobce SGS-ATES, od něhož se odlišuje tvarovými vývody. Součástka je v plastickém pouzdře CE75A s 2x sedmi vývody tvarovanými do čtyř řad.

Široký rozsah napájecích napětí dovozuje používat integrovaný zesilovač UL1482K v elektronických přístrojích se síťovým a bateriovým napájením, např. v přenosných rozhlasových a televizních přijímačích, magnetofonech a gramofonech.

Doporučená zapojení

Zapojení integrovaného obvodu UL1482K v nf zesilovači malého výkonu je na obr. 119. V podstatě je to obdobné



Obr. 120. Zapojení nf zesilovače 2 W s UL1482K, UL1482M a zátěží připojenou na zem

zapojení, které se používá u všech typů integrovaných nf zesilovačů. Rozdíl spočívá v odlišné dimenzovaných součástkách. Obvod pracuje se zatěžovacím odporem mezi výstupem a kladným napájecím napětím. Kapacita kondenzátoru C_B má značný vliv na přenášené kmitočtové pásmo. S kondenzátorem 220 pF se přenáší pásmo 25 až 20 000 Hz, při 680 pF se pásmo zúží na 25 až 7000 Hz. Kondenzátor C_6 se použije tehdy, je-li třeba potlačit zbytky střídavé složky napájecího napětí.

Obdobné zapojení se zatěžovacím odporem mezi výstupem a zemí je na obr. 120. Kondenzátor C_7 zde slouží k zavedení zpětné vazby „bootstrap“; jinak je zapojen kondenzátor C_6 , který je připojen k vývodu 02 a zem.

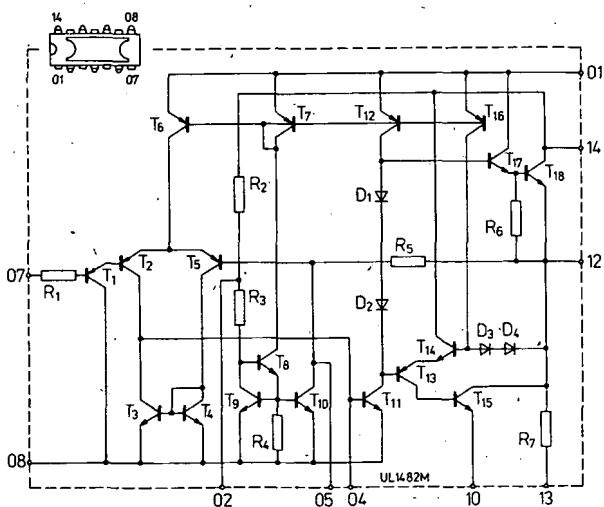
Elektrické údaje obou typů zesilovačů jsou shodné s charakteristickými údaji v tabulce.

Nízkofrekvenční zesilovač 2 W, UL1482M

Integrovaný obvod UL1482M je nízkofrekvenční zesilovač malého výkonu, pracující ve třídě B v poměrně širokém rozsahu napájecího napětí 3 až 16 V. Jeho předností je malý klidový proud, malé zkreslení, montážní zaměnitelnost se starším zahraničním výrobkem TAA611 SGS-ATES a jiných výrobců. Vnitřní elektrické zapojení je na obr. 121. Součástka je v plastickém pouzdře CE75B s 2x sedmi vývody tvarovanými do čtyř řad. Obdobným elektrickým ekvivalentem obvodu UL1482M je výrobek TBA820 SGS-

Elektrické údaje UL1482K

Mezní údaje		
Napájecí napětí U_{CC} :		3 až 16 V.
Výstupní proud vrcholový I_{OM} :		max. 1,5 A.
Ztrátový výkon P_{tot} při $\theta_a = 50^\circ\text{C}$:		max. 1,25 W.
Teplota přechodu θ_j :		max. 150 °C.
Charakteristické údaje		
Výstupní výkon P_O při ($R_L = 120 \Omega$, $k = 10\%$, $f = 1\text{ kHz}$)	Jmen.	Min.-max.
$U_{CC} = 12\text{ V}$, $R_L = 8 \Omega$:	2	W.
$U_{CC} = 3,5\text{ V}$, $R_L = 8 \Omega$:	0,15	W.
Zkreslení k harmonickými ($U_{CC} = 9\text{ V}$, $P_O = 0,5\text{ W}$, $R_L = 33 \Omega$, $R_L = 8 \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$):		0,8 až 1 %.
Napěťový zisk A_v uzavřené smyčky ($U_{CC} = 9\text{ V}$, $P_O = 0,5\text{ W}$, $R_L = 33 \Omega$, $R_L = 8 \Omega$, $f = 1\text{ kHz}$):		30 až 34 dB.
Šířka přenášeného pásma (-3 dB velikosti A_v), BW ($U_{CC} = 9\text{ V}$, $R_L = 8 \Omega$, $R_L = 120 \Omega$, $C_B = 220\text{ pF}$):		25 až 20 000 Hz.
Klidový proud I_{CCQ} ($U_{CC} = 9\text{ V}$):	4	mA.
Potlačení změn napájecího napětí, SVR ($U_{CC} = 9\text{ V}$, $R_L = 8 \Omega$, $R_L = 120 \Omega$, $C_6 = 50\text{ }\mu\text{F}$, $f_{zvlnění} = 100\text{ Hz}$):		40 až 42 dB.
Vstupní odpor R_i :	5	M Ω .



Obr. 121. Vnitřní elektrické zapojení UL1482M

Mezní údaje		
Napájecí napětí U_{CC} :		3 až 16 V.
Výstupní proud vrcholový, I_{OM} :		max. 1,5 A.
Ztrátový výkon P_{tot} při $\theta_a = 50^\circ\text{C}$:		max. 1,25 W.
Teplota přechodu θ_j :		max. 150°C .
Charakteristické údaje		
	Jmen.	Min.-max.
Výstupní výkon P_O ($R_L = 120\ \Omega$, $k = 10\%$, $f = 1\ \text{kHz}$, $U_{CC} = 12\ \text{V}$, $R_L = 8\ \Omega$):	2	W.
Vstupní napětí U_i ($U_{CC} = 9\ \text{V}$, $P_O = 50\ \text{mW}$, $f = 1\ \text{kHz}$, $R_L = 8\ \Omega$, $R_i = 120\ \Omega$):	9,5	mV.
Napěťový zisk A_{v0} otevřené smyčky ($U_{CC} = 9\ \text{V}$, $R_L = 8\ \Omega$, $f = 1\ \text{kHz}$):	75	dB.
Šířka přeneseného pásma, BW ($-3\ \text{dB}$) ($U_{CC} = 9\ \text{V}$, $R_L = 8\ \Omega$, $R_i = 120\ \Omega$, $C_B = 220\ \text{pF}$):	25 až 20 000 Hz.	
Zkreslení k ($U_{CC} = 9\ \text{V}$, $P_O = 0,5\ \text{W}$, $R_L = 8\ \Omega$, $R_i = 120\ \Omega$, $f = 1\ \text{kHz}$):	0,4	%.
Vstupní odpor R_i :	5	M Ω .
Vstupní šumové napětí U_{IN} ($U_{CC} = 9\ \text{V}$, BW = 25 až 20 000 Hz):	3	μV .

ATES a jiných výrobců, od něhož se odlišuje tvarováním vývodů (TBA820 je má tvarovány do dvou řad) a malých rozdílech elektrických vlastností.

Doporučená zapojení integrovaného obvodu UL1482M jsou shodná se zapojeními obvodu UL1482K (obr. 119 a 120).

Ní zesilovač malého výkonu UL1490N, UL1491R-UL1493R

Integrované obvody UL1490N a UL1491R – UL1493R jsou nízkofrekvenční zesilovače malých výkonů 600 mW a 1000 mW, určené pro použití v přenosných rozhlasových přijímačích napájených z baterií, gramofonech a magnetofonech. Jejich výstupní výkon je dán typem obvodu, závisí na napájecím napětí a použitím zatěžovacím odporu. Vnitřní elektrické zapojení obvodů je na obr. 122. Obvody UL1490N jsou v plastickém pouzdře CE75A, obvody UL1491R a UL1493R v pouzdře CE75B s 2× sedmi vývody ve dvou řádkách. Obdobnými zahraničními typy jsou: obvod UL1490N výrobek TBA790 Thomson-CSF, obvody UL1491R až UL1493R výrobek TBA790LA, TBA790LB a TBA790LC (jen velmi příbuzné).

Funkční blokové zapojení všech typů obvodů je na obr. 123. Obvody sdružují pět funkčních skupin: předzesilovač vstupního napětí, budicí zesilovač, invertor, dva koncové stupně a obvod automatické stabilizace stejnosměrné složky výstupního napětí.

Vývody: 01 – vazba typu „bootstrap“, 02 – nepoužít, 03 – kmitočtová kompenzace, 04 – nepoužít, 05 – zpětná vazba, 06 – nepoužít, 07 – vstup, 08 – zem, 09 – nepoužít, 10 – zem, 11 – nepoužít, 12 – výstup, 13 – nepoužít, 14 – přípoj napájecího napětí kladného $+U_{CC}$.

Předzesilovač tvoří tranzistory T_2 , T_3 pracující jako rozdílový zesilovač s malým proudem, který protéká přes proudový zdroj T_6 , T_7 , T_8 a R_1 a nezávisí na napájecím napětí. Tranzistorový stupeň T_2 , T_3 je symetrický, buzení vstupním signálem přes tranzistor T_1 typu p-n-p, jehož kolektor je součástí substrátu a tvoří zemnicí bod. Střídavý vstupní signál je omezo-

Obr. 123. Funkční
blokové zapojení
UL1490N, UL1491R
až UL1493R

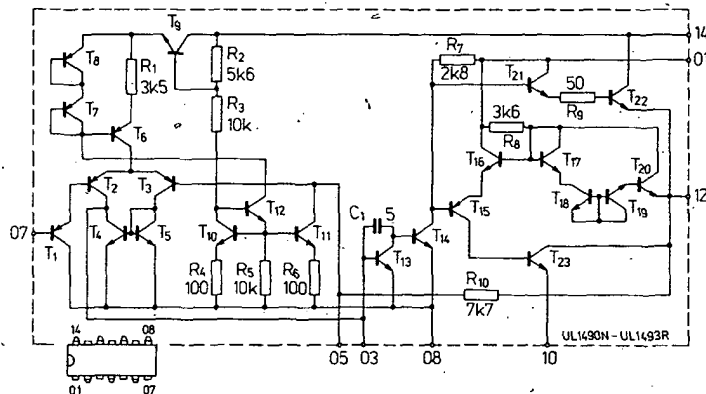
v kladné půlvlně napětí nasyceným stavem tranzistoru T_1 (asi 0,4 V).

Popsané uspořádání zesilovače dovoluje pracovat s malým kolektorovým proudem asi 0,1 mA u tranzistorů T_2 , T_3 a proudem báze tranzistoru T_1 rovným 25 nA. Proud báze slouží k vytvoření předpětí zesilovače. Protéká vnějšími vstupními obvody. Malý proud báze umožňuje vznik napětí, které vzhledem k trvalé funkci zpětné vazby se porovnává pouze v poměru k výstupnímu napětí; je asi 25 mV při vstupním odporu 1 M Ω , má vliv na posuv vstupního napětí a na maximální výstupní výkon.

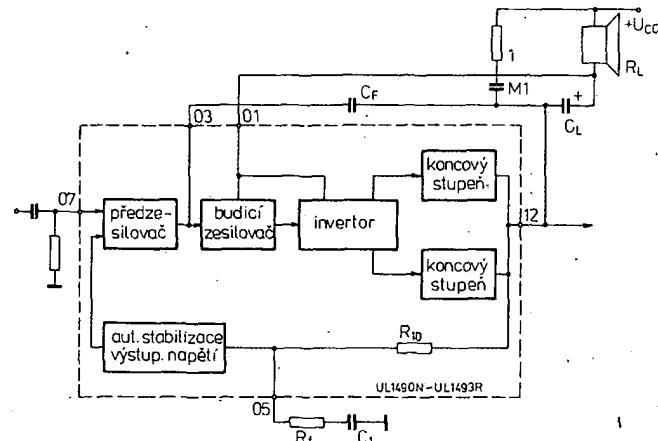
Na bázi tranzistoru T_3 se přivádí kladná zpětná vazba. Sumové napětí integrovaného obvodu UL1490N (další výklad platí též pro UL1491R až UL1493R) vzniká ve vstupním stupni obdobně jako ve všech zesilovačích. Sum se zmenšuje úměrně se stejnosměrným proudem kolektoru vstupního tranzistoru v okamžiku, kdy h_{21E} je blízko svého maxima. Technologie, kterou jsou IO vyrobeny, umožňuje vyrobit tranzistory s velkým proudovým zesilovacím činitelem i při malých proudech, což je velmi výhodné vzhledem k vlastnostem integrovaného obvodu.

Koncový zesilovač nepotřebuje při velkém proudu a zesílení velký proud budicího stupně. Proto pracuje budicí stupeň ve třídě A s klidovým proudem, zvětšujícím se na proudový proud báze, který je potřebný pro funkci tranzistoru T_{21} . Maximální výstupní signál tohoto stupně má být blízký napájecímu napětí U_{CC} , protože koncové stupně mají zesílení poněkud menší než jedna.

Zapojení tranzistorů T_{13} a T_{14} je rovnocenné použití jednoho tranzistoru n-p-n s velkým zesílením. Napětí emitor-báze tranzistoru T_{15} je minimálně $3U_{BE} + U_{CE\text{ sat}}$. Odpor R_8 ve vnitřní struktuře integrovaného obvodu je jedním koncem připojen k napájecímu napětí U_{CC} . Stejný směr



Obr. 122. Vnitřní elektrické zapojení
UL1490N, UL1491R až UL1493R



proud protékající tímto odporem udržuje vrcholové výstupní napětí, rovnající se napájecímu napětí U_{CC} .

K udržení počátečního vodivého stavu koncových tranzistorů (průtok omezeného klidového proudu) dostávají vstupní tranzistory T_{21} , T_{22} předpětí vzhledem k tranzistorům T_{15} , T_{23} . Při zbytečně velkém předpětí vznikají v obvodu výkonové ztráty. Naopak malé předpětí způsobuje omezoání signálů s nízkým kmitočtem a velké zkreslení (posuvem fáze při průchodu nulou).

V zapojení zesilovače lze ještě poukázat na předpětí mezi bázemi tranzistorů T_{21} a T_{15} nebo na předpětí emitoru tranzistoru T_{15} . Klidový proud emitoru T_{22} nezávisí na proudovém zesílení h_{21E} tranzistorů n-p-n a p-n-p. Proud protékající odporem R_9 je asi 15 % proudu kolektoru tranzistoru T_{22} .

K dosažení nejlepší energetické bilance pracuje koncový zesilovač výkonu ve dvojčinném zapojení třídy AB. Jeho klidový proud má velikost potřebnou k vybuzení tranzistorů T_{15} a T_{21} . Každý pár řídicího a koncového tranzistoru T_{15} , T_{23} a T_{21} , T_{22} funkčně odpovídá jednomu tranzistoru s proudovým zesilovacím činitelem h_{21E} rovným součinu činitelů h_{21E} obou tranzistorů. Jeden pár tranzistorů (T_{21} , T_{22}) představuje obvod odpovídající tranzistoru typu n-p-n, druhý pár (T_{15} , T_{23}) tranzistoru p-n-p. Zapojení dovoluje použít výlučně tranzistory n-p-n s větším proudem, což je z technologického hlediska výhodnější a výrobně snazší než tranzistory p-n-p.

Tranzistory T_{21} , T_{22} jsou vodivé při kladné půlvlně vstupního signálu. Zatíženy jsou odporem reproduktoru přes elektrolytický kondenzátor, nabíjený na napětí $U_{CC}/2$, tj. na polovinu napájecího napětí. Napěťové zesílení stupně je blízké jedné. Během záporné půlvlny vstupního signálu jsou vodivé tranzistory T_{15} , T_{23} .

Protože časová konstanta $C_L R_L$ je vzhledem k napětí signálu velká, nabíjecí a vybíjecí pochod kondenzátoru C_L nezávisí jen na jeho svorkovém napětí. Výhodou použitého kvazikomplementárního zesilovače s dvojitým doplňkovým párem tranzistorů je velmi malý potřebný proud budícího stupně.

Výstupní výkon integrovaného obvodu UL1490N je omezen omezovačem napěťových špiček v okamžiku, kdy je jeden z tranzistorů v nasyceném stavu. Výstupní výkon je největší tehdy, přecházejí-li tranzistory T_{22} a T_{21} do nasyceného stavu při stejném signálu. Tento stav nastává při klidovém napětí, které se rovná polovině napájecího napětí U_{CC} .

Tranzistory T_{10} , T_{11} , T_{12} tvoří proudový zdroj. Tranzistor T_{12} kompenzuje proudy bází tranzistorů T_{10} , T_{11} .

Obvod zpětné vazby pro střídavé proudy se skládá z vnějšího kondenzátoru C_1 a odporu R_{11} , a z odporu R_{10} , který je součástí struktury IO. Vazba upravuje maximální zesílení signálu podle vztahu

$$G = \frac{R_{10}}{R_{11}}$$

přičemž odpor R_{10} je pevný a je 8 k Ω . Proto

$$G = \frac{A_u}{1 + \beta A_u} + \frac{1}{\frac{A_u}{\beta} + 1} = \frac{U_o}{U_i}$$

kde A_u je napěťové zesílení bez zpětné vazby,

G zesílení se zavedenou zpětnou vazbou,

β součinitel smyčky zpětné vazby.

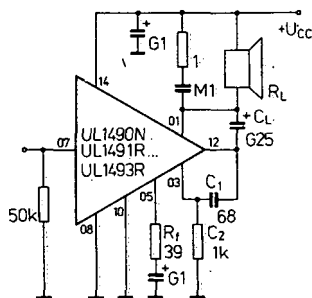
Pro integrované obvody UL1490N i UL1491R až UL1493R je β

$$\beta = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_1}$$

K získání dobré stability obvodu se má překrývat průběh závislosti $A_u = f(f)$ s přímkou $G = 1/\beta$ se sklonem, který je blíží 6 dB na oktávu než 12 dB na oktávu, tzn. posuv fáze má být menší než 180° (nejvhodnější úhel je 135°).

Doporučeného posuvu fáze můžeme dosáhnout snížením mezního kmitočtu zesilovače s otevřenou smyčkou připojením vnějšího kondenzátoru C_F mezi vývody 12 a 03 integrovaného obvodu. Kapacita má být tím větší, čím je menší zesílení zesilovače s otevřenou smyčkou zpětné vazby. Kapacita, která zaručuje stabilní funkci pro malá zesílení, zaručuje stabilitu i pro větší zesílení $G = 1/\beta$. Přenášené kmitočtové pásmo není ovšem vždy optimální.

Napěťové zesílení UL1490N lze měnit volbou odporu R_{11} . Při $R_{11} = 0$ je zisk



Obr. 124. Doporučené zapojení UL1490N, UL1491R až UL1493R se zatěžovacím odporem připojeným ke kladnému napájecímu napětí

46 dB, zvětšuje-li se postupně odpor, bude napěťové zesílení až 1. Nedoporučuje se ovšem pracovat se ziskem uzavřené smyčky menším než 30 dB. Dolní hranice přenášeného kmitočtového pásma (pro pokles -3 dB) je dána kondenzátory C_1 a C_L . Je-li reaktance C_1 dostatečně menší než R_{11} , určuje dolní hranici přenášeného pásma kapacita kondenzátoru C_L . Kapacitu C_L v závislosti na zatěžovacím odporu R_L pro danou minimální hranici přenášeného pásma udává tabulka:

f_{\min} [Hz]	R_L [Ω]	C_L [μ F]
10	16	1000
50	16	200
200	16	50
20	8	1000
100	8	200
400	8	50
40	4	1000
200	4	200
500	4	80

Obdobně lze určit hranici přenášeného pásma, které závisí na kapacitě kondenzátoru C_F .

Výstupní výkon zesilovače s UL1490N závisí na napájecím napětí a zatěžovacím odporu R_L podle vztahu

$$P_{O \max} = \alpha^2 \frac{U_{CC}^2}{8R_L}$$

kde α je součinitel využití, který určuje stupeň využití koncových stupňů; pohybuje se v mezích 0,8 až 0,9.

Maximální velikosti dalších parametrů jsou

$$I_{\max} = \frac{\alpha}{2} \frac{U_{CC \max}}{R_{L \min}}$$

$$P_{\text{tot max}} = \frac{1}{20} \frac{U_{CC}^2}{R_L} = \frac{0,4}{\alpha^2} P_{O \max}$$

Doporučená zapojení

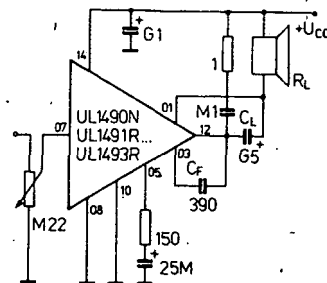
Integrované obvody UL1490N, UL1491R až UL1493R lze používat ve dvou již známých zapojeních – se zatěžovacím odporem připojeným k výstupu a kladnému napájecímu napětí anebo k zemi. První z obou zapojení nf zesilovačů malého výkonu je na obr. 124. Je vhodné pro použití v malých gramofonech a přenosných rozhlasových přijímačích. Rozdíl při použití jednotlivých typů IO je v rozdílných zatěžovacích odporech a kapacitě vazebního kondenzátoru C_L . Pro dané typy obvodů se doporučuje použít tyto součástky:

Typ	R_L [Ω]	C_L [μ F]
UL1490N	15	250
UL1491R	8	470
UL1492R	8	470
UL1493R	4	1000

Toto zapojení nf zesilovače je prakticky shodné s měřicím zapojením, v němž se měří integrované obvody ve výrobním pochodu.

Zapojení nf zesilovače s reproduktorem připojeným ke kladnému zdroji je na obr. 125. Takto zapojený IO UL1490N je často používán v přenosných gramofonech polské výroby Unitra.

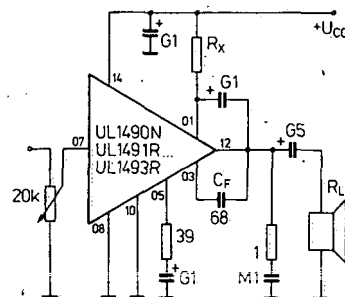
Zapojení zesilovače se zatěžovacím odporem mezi výstupem a zemí je na obr. 126. Elektrické vlastnosti obou popsaných zesilovačů odpovídají údajům uvedeným v tabulce. Pro úplnost uvádíme



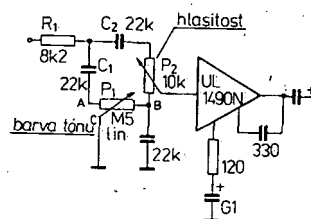
Obr. 125. Upravené doporučené zapojení nf zesilovače s UL1490N, UL1491R až UL1493R používané v přenosných gramofonech

rozsah přenášeného kmitočtového pásma v závislosti na kapacitě kondenzátoru C_F . Zcela lineární průběh charakteristiky začíná u dolního přenášeného kmitočtu 100 Hz, končí u kmitočtu 9000 Hz při $C_F = 68$ pF, u 5000 Hz při 150 pF, u 2000 Hz při 330 pF. Přenosová charakteristika se poněkud prodlouží pro -3 dB – začíná na 50 Hz a končí na 14 kHz, příp. 7 kHz. Pro -10 dB končí charakteristika na 31 kHz, příp. 18 a 9 kHz.

Těsně před integrovaným obvodem se doporučuje použít korekční obvod pro úpravu barvy tónu podle obr. 127. V tomto obvodu reaguje řízení barvy tónu na zpětnou vazbu zesilovače, přičemž se nemění poměr signálu k šumu. Potenciometrem P_1 se zdůrazňují v poloze A (bližší kondenzátoru C_1) hloubky při silném útlumu výšek, v poloze B (bližší kondenzátoru 22 nF) zdůrazňuje výšky na 10 kHz (při -3 dB) a 38 kHz (-10 dB) při současném potlačení hloubek.



Obr. 126. Doporučené zapojení nf zesilovače s UL1490N, UL1491R až UL1493R se zatěžovacím odporem připojeným na zem) R_x je 100 Ω pro UL1490N až UL1492R, 60 Ω pro UL1493R



Obr. 127. Korekční obvod používaný ve spojení s UL1490N v nf zesilovači výkonu

Mezní údaje			
Napájecí napětí U_{CC} :			6 až 12 V.
UL1492R:			6 až 15 V.
Výstupní proud I_O			
UL1490N:		max. 0,5 A,	
UL1491R, UL1492R:		max. 1,0 A,	
UL1493R:		max. 1,5 A,	
Ztrátový výkon P_{tot} (bez chladiče)			
UL1490N:		max. 0,6 W,	
UL1491R – UL1493R:		max. 1,0 W,	
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :			-25 až +70 °C.

Charakteristické údaje			
(platí při: UL1490N $\theta_a = 25$ °C, $U_{CC} = 9$ V, $R_L = 15$ Ω , $R_f = 39$ Ω .)			
UL1491R $\theta_a = 25$ °C, $U_{CC} = 9$ V, $R_L = 8$ Ω , $R_f = 39$ Ω .)			
UL1492R $\theta_a = 25$ °C, $U_{CC} = 12$ V, $R_L = 8$ Ω , $R_f = 39$ Ω .)			
UL1493R $\theta_a = 25$ °C, $U_{CC} = 9$ V, $R_L = 4$ Ω , $R_f = 39$ Ω .)			
Klidový napájecí proud I_{CCQ}	Jmen.	Min.-max.	
UL1490N:		≤ 10 mA,	
UL1491R, UL1493R:	6	≤ 10 mA,	
UL1492R:	8	≤ 10 mA,	
Výstupní výkon P_O			
($f = 1$ kHz, $k = 10$ %) UL1490N:	0,65	W,	
UL1491R:	1,2	W,	
UL1492R, UL1493R:	2,1	W,	
($f = 1$ kHz, $k = 2,5$ %) UL1491R:	1,0	W,	
UL1492R, UL1493R:	1,9	W,	
Zkreslení k			
($P_O = 0,15$ W, $f = 1$ kHz) UL1490N:		≤ 1 %,	
($P_O = 0,5$ W, $f = 1$ kHz)			
UL1491R – UL1493R:	0,4	≤ 1 %,	
Napěťový zisk A_u			
($P_O = 0,15$ W, $f = 1$ kHz) UL1490N:	46	41 až 50 dB,	
($P_O = 0,5$ W, $f = 1$ kHz)			
UL1491R – UL1493R:	46	41 až 50 dB,	
Šířka přenášeného pásma, BW:	15	kHz,	
Účinnost:			
($P_O = 0,53$ W, $f = 1$ kHz) UL1490N:	65	%,	
($k = 2,5$ %, $f = 1$ kHz) UL1491R, UL1492R:	70	%,	
($k = 2,5$ %, $f = 1$ kHz) UL1493R:	65	%,	
Vstupní odpor při $f = 1$ kHz:	1	M Ω ,	
Citlivost U_i			
($f = 1$ kHz, $P_O = 50$ mW) UL1490N:	4,3	2 až 20 mV,	
UL1491R, UL1492R:	3,2	1,5 až 15 mV,	
UL1493R:	2,0	1,0 až 10 mV,	
Šumové napětí na vstupu, U_{IN} :	1,0	mV,	

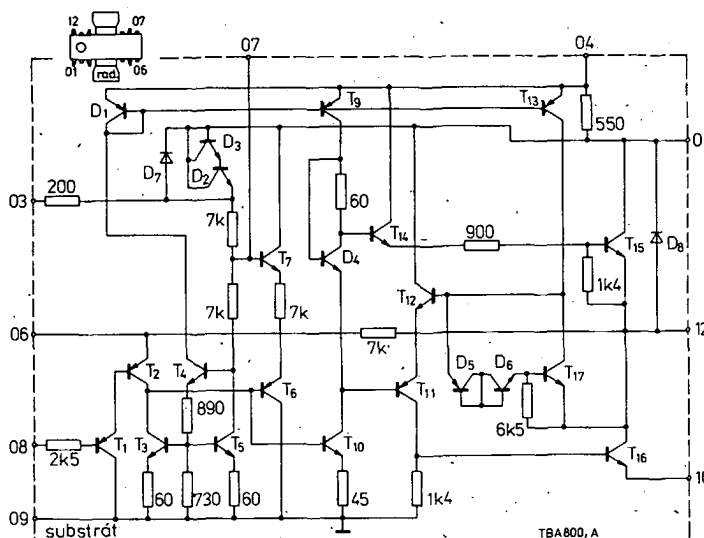
Nízkofrekvenční zesilovač výkonu, 5 W TBA800, TBA800A

Integrované obvody TBA800, TBA800A maďarské výroby Tungsram jsou monolitické nízkofrekvenční zesilovače středního výkonu 5 W, určené pro nf koncové zesilovače zvuku v televizních přijímačích a jiných nf zesilovačích, pracujících ve třídě B. Zesilovače pracují s napájecím napětím 24 V a zatěžovacím odporem 16 Ω . Vyznačují se širokým rozsahem napájecích napětí, velkým špičkovým výstupním proudem až 1,5 A, velkou účinností v provozu a malým zkreslením. Vnitřní elektrické zapojení obvodů je na obr. 128. Oba integrované obvody jsou v plastickém pouzdře s 2x šesti vývody tvarovanými do čtyř řad a středními širokými chladičmi vývody. Ty jsou u typu TBA800 tvarovány do třetí řady k připájení k fólii plošných spojů (pouzdro (P3) 9 W), u TBA800A jsou rovné a opatřeny dírou o \varnothing 3,6 mm k přišroubování k chladiči (pouzdro (P4) 9 W).

Vývody: 01 – přípoj napájecího napětí U_{CC} , 02 – nepoužitý, 03 – nastavení předpětí, 04 – zpětná vazba „bootstrap“, 05 – kmitočtová kompenzace, 06 – zpětná vazba, 07 – potlačení zvlnění napájecího zdroje, 08 – vstup, 09 – substrát, 10 – zem výkonového stupně, 11 – nepoužitý, 12 – výstup. Široké chladičové vývody se uzemňují.

Doporučené zapojení

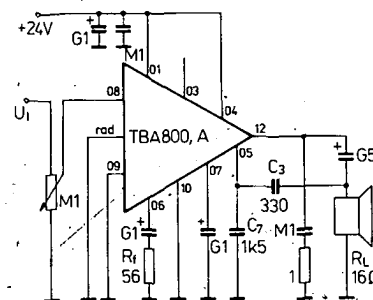
Příklad doporučeného zapojení nf zesilovače výkonu 5 W s TBA800, TBA800A je na obr. 129. Zesilovač pracuje s napájecím napětím 24 V a zatěžovacím odporem 16 Ω . Použije-li se zatěžovací odpor 8 Ω , lze dosáhnout výstupního výkonu jen 3,5 W, napájecí napětí je přitom třeba zmenšit na 18 V. Kapacity kondenzátorů C_3 a C_7 jsou voleny pro optimální přenosovou kmitočtovou charakteristiku zesilovače. Elektrické údaje zesilovače jsou uvedeny v tabulce.



Obr. 128. Vnitřní elektrické zapojení TBA800, TBA800A

Mezní údaje			
Napájecí napětí U_{CC} :			max. 30 V.
Výstupní proud I_{OM} vrcholový, neopakovatelný:			max. 2 A.
Výstupní proud I_{OM} opakovatelný:			max. 1,5 A.
Ztrátový výkon P_{tot} při $\theta_a = 80$ °C:			max. 1,0 W,
Ztrátový výkon P_{tot} při $\theta_c = 90$ °C:			max. 5,0 W.
Rozsah pracovních teplot okolí θ_a :			-40 až +150 °C.
Teplota θ vývodu při pájení ($t = 10$ s):			max. 260 °C.

Charakteristické údaje ($\theta_a = 25$ °C, $U_{CC} = 24$ V)			
Napájecí napětí U_{CC} :	Jmen.	Min.-max.	
Výstupní napětí klidové U_{OQ12} (při $U_{CE} = 24$ V):	12	5 až 30 V.	
Klidový proud vývodu 01, I_{CCQ1} :	9	≤ 20 mA.	
Předpětový proud I_g :	1	≤ 5 μ A.	
Výstupní výkon P_O ($R_L = 16$ Ω , $k = 10$ %, $f = 1$ kHz)	5	$\geq 4,4$ W.	
Vstupní saturační napětí $U_{I sat}$:		≥ 220 mV.	
Vstupní napětí $U_{I sat}$ ($R_L = 16$ Ω , $P_O = 5$ W, $f = 1$ kHz):	80	mV.	
Vstupní odpor R_{I18} (vývod 08):	5	M Ω .	
Přenášené kmitočtové pásmo BW (-3 dB) ($R_L = 16$ Ω , $C_3 = 330$ pF):		40 až 20 000 Hz.	
Celkové zkreslení k harmonickým ($R_L = 16$ Ω , $P_O = 50$ mW až 2,5 W, $f = 1$ kHz):	0,5	%.	
Napěťový zisk A_u otevřené smyčky ($R_L = 16$ Ω , $f = 1$ kHz):	80	dB.	
Napěťový zisk A_{uO} uzavřené smyčky ($R_L = 16$ Ω , $f = 1$ kHz):	42	39 až 45 dB.	
Vstupní šumové napětí U_{IN} ($R_G = 0$ Ω , BW (-3 dB) = 40 až 20 000 Hz):	5	μ V.	
Vstupní šumový proud I_{IN} (BW (-3 dB) = 40 až 20 000 Hz):	0,2	nA.	
Účinnost ($R_L = 16$ Ω , $P_O = 5$ W, $f = 1$ kHz):	75	%.	
Teplotní odpor R_{thjc} TBA800:		≤ 12 K/W,	
TBA800A:		≤ 10 K/W,	
Teplotní odpor R_{thja} TBA800:		≤ 70 K/W,	
TBA800A:		≤ 80 K/W.	



Obr. 129. Doporučené zapojení

Plný výstupní výkon zesilovače platí při využití jedné strany oboustranné plátované desky s plošnými spoji k chlazení integrovaného obvodu.